

**Aus der Unfallchirurgischen Abteilung des  
Martin-Luther-Krankenhauses Berlin  
Leiter: Professor Dr. med. P. Hertel**

**Mittelfristige Ergebnisse der operativen  
Behandlung von intraarticulären  
Tibiakopffrakturen**

**DISSERTATION  
ZUR ERLANGUNG DES GRADES EINES  
DOKTORS DER MEDIZIN**

der Medizinischen Fakultät  
der Universität des Saarlandes

2006

vorgelegt von Abbas Moslehi

geboren am 21.01.1961 in Arak (Iran)

**meiner Frau gewidmet**

---

Inhaltsverzeichnis	Seite
--------------------	-------

<b>1.0</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
1.1	Zusammenfassung	3
1.2	Summary	6
<b>2.0</b>	<b>Allgemeiner Teil</b>	<b>9</b>
2.1	Einleitung	9
2.2	Historischer Überblick	10
2.3	Anatomie und Biomechanik des Kniegelenkes	13
2.4	Entstehung und Ursachen der Tibiakopffrakturen	17
2.5	Klassifikation der Tibiakopffrakturen	19
2.6	Begleitverletzungen	23
2.7	Diagnostik	25
2.8	Behandlungsverfahren	27
2.8.1	Ziel der Behandlung	27
2.8.2	Konservative Therapie	28
2.8.3	Operative Therapie	31
2.8.3.1	Operationszeitpunkt	32
2.8.3.2	Operative Zugangswege	32
2.8.3.3	Osteosyntheseverfahren	34
2.8.3.4	Minimal-invasive Operationsverfahren	35
2.9	Spongiosaplastik	37
2.10	Nachbehandlung	40
<b>3.0</b>	<b>Spezieller Teil</b>	<b>43</b>
3.1	Material & Methodik	43
3.2	Frühergebnisse der Nachuntersuchung	45
3.2.1	Unfallursache und Häufigkeit	46
3.2.2	Verletzungsausmaß	47
3.2.3	Begleitverletzungen am verletzten Bein	48
3.2.4	Frakturverteilung nach AO-Klassifikation	49
3.2.5	Operationsverfahren und Osteosynthesematerial	50
3.2.6	Spongiosaplastik	51
3.2.7	Operationszeitpunkt	52
3.2.8	Postoperative Komplikationen	53
3.2.9	Stationäre Verweildauer	54
3.2.10	Materialentfernung	54
3.3	Spätergebnisse der Nachuntersuchung	55
3.3.1	Subjektives Beschwerdebild der nachuntersuchten Patienten	55
3.3.2	Lokalbefund in Abhängigkeit vom Frakturtyp	56
3.3.3	Meniskuszeichen	57
3.3.4	Gangbild	57
3.3.5	Gehstrecke	57
3.3.6	Beinlänge und Muskelatrophie	58
3.3.7	Bewegungsausmaß	60
3.3.8	Bandinstabilität	62
3.3.9	Achsfehlstellung	64

3.4	Ergebnisse der radiologischen Untersuchung	65
3.4.1	Arthrosegrad und Frakturtyp	67
3.4.2	Arthrosegrad und Achsfehlstellung	67
3.4.3	Arthrosegrad und subjektiver Befund	68
3.4.4	Arthrosegrad und Operationszeitpunkt	69
3.4.5	Arthrosegrad und Patientenalter	70
3.5	Reine Spongiosa und keilförmiger kortikospongiöser Knochenspan im Vergleich	71
3.5.1	Spongiosaplastik und Arthrosegrad	71
3.5.2	Spongiosaplastik und Beinachse	72
3.6	Gesamtbeurteilung	72
<b>4.0</b>	<b>Diskussion</b>	<b>74</b>
4.1	Geschlechts- und Altersverteilung	74
4.2	Ursachen, Entstehung und Häufigkeit der Tibiakopffrakturen	75
4.3	Klassifikation der Frakturtypen	77
4.4	Begleitverletzungen	78
4.5	Therapie der Tibiakopffrakturen	80
4.5.1	Arthroskopisch assistierte minimal-invasive Osteosynthese	83
4.5.2	Spongiosaplastik	84
4.6	Postoperative Komplikationen	86
4.7	Nachuntersuchungsergebnisse	89
4.7.1	Subjektiver Befund	90
4.7.2	Klinischer Befund	92
4.7.3	Radiologischer Befund	97
<b>5.0</b>	<b>Bildanhang</b>	<b>101</b>
<b>6.0</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>113</b>
<b>7.0</b>	<b>Dank</b>	<b>127</b>
<b>8.0</b>	<b>Lebenslauf</b>	<b>128</b>
<b>9.0</b>	<b>Anhänge</b>	<b>129</b>

## **1.0 Zusammenfassung**

### **1.1 Zusammenfassung**

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit den Ergebnissen operativer Verfahren bei Tibiakopffrakturen. Dabei werden die Ergebnisse der eigenen operativ versorgten Tibiakopffrakturen mit denen der Literatur verglichen. Besondere Aufmerksamkeit finden hierbei die beiden Verfahren der Spongiosaplastik (reine Spongiosa und keilförmiger kortikospongiöser Span) sowie die minimal-invasive Osteosynthese.

In der Zeit von 1991 bis 1996 wurden im Martin-Luther-Krankenhaus in Berlin, 83 Patienten mit 85 Tibiakopffrakturen operativ versorgt. Zur Nachuntersuchung stellten sich 66 Patienten (79,5 %) mit 68 Tibiakopffrakturen vor. Der Nachuntersuchungszeitraum betrug durchschnittlich 3,8 Jahre.

Die häufigsten Unfallursachen waren Verkehrsunfälle, gefolgt von Gelegenheitsunfällen im häuslichen Milieu und Verletzungen bei Sport und Freizeit. Als zahlreichste Begleitverletzungen traten vor allem Fibulaköpfchenfrakturen, Kniebandverletzungen und Meniskusläsionen auf.

Die Einteilung der Tibiakopffrakturen erfolgte nach der AO-Klassifikation (MÜLLER et al. 1989). Insgesamt 66,2 % der Nachuntersuchungsgruppe wiesen eine unikondyläre Tibiakopf-Frakturform des Typs B auf, davon waren 42,6 % Impressions-Spaltbrüche (B3). Bei 33,8 % trat die bikondyläre Frakturform des Typs C auf, wovon 23,5 % mit einer Trümmerfraktur mit Impressionszone (C3) zu unterscheiden waren. Die häufigsten Bruchtypen waren somit die B3-Frakturen, gefolgt von der C3-Gruppe. Von den 68 nachuntersuchten Tibiakopffrakturen wurden 8,8 % minimal-invasiv (davon 1,5 % direkt unter Bildwandlerkontrolle) und die restlichen 91,2 % "offen" d.h., arthrotomisch versorgt. Bei 58,8 % aller nachuntersuchten Frakturen erfolgte die Rekonstruktion der Gelenkfläche mittels Spongiosaplastik. In 35,3 % der Fälle wurde eine reine Spongiosa und bei den restlichen 23,5 % ein keilförmiger kortikospongiöser Span - beide aus dem Beckenkamm - verwendet. Das Zeitintervall zwischen dem Unfall und der operativen Versorgung betrug durchschnittlich 5,6 Tage.

Als Komplikationen traten in der Frühphase viermal eine Wundheilungsstörung und dreimal eine Peroneusschwäche auf. Als Spätkomplikation konnte viermal ein Absinken des medialen bzw. lateralen Tibiaplateaus beobachtet werden. Ferner bestand zweimal eine Instabilität bei Kreuzbandrupturen. Eine Infektion trat nicht ein.

Trotz anatomischer Rekonstruktion der Gelenkfläche entwickelte sich bei 65 % der nachuntersuchten Patienten eine posttraumatische Arthrose verschiedener Ausprägung. In Übereinstimmung mit anderen Autoren zeigt sich, dass nicht nur makroskopische Schäden wie Stufenbildung, Beinachsenfehlstellung und Bandinstabilitäten sondern auch das Ausmaß des Knorpelschadens sowie die trophischen und enzymatischen Veränderungen eine Rolle bei der Pathogenese der posttraumatischen Arthrose spielen. Die Gruppe-3-Frakturen (B3, C3) verursachten z.B. eine deutlich höhere Arthroserate im Vergleich zu anderen Frakturtypen, hier besteht eine positive Korrelation zwischen Arthroserate und Schwere des Frakturtyps. Ein mit steigendem Alter generell zunehmender, degenerativer Prozess am gesunden und verletzten Kniegelenk, konnte anhand unseres Patientengutes nicht signifikant festgestellt werden.

Unabhängig vom Frakturtyp, waren rund 30 % der nachuntersuchten Patienten beschwerdefrei. Die restlichen ca. 70 % klagten, je nach Frakturtyp, über leichte bis starke Beschwerden. Damit konnte bei diesen ein Zusammenhang zwischen subjektivem Befund und Frakturtyp hergestellt werden. Weiterhin war eine gewisse Korrelation zwischen dem radiologischen Arthrosebefund und den subjektiven Beschwerden der Patienten vorhanden.

Die minimal-invasiv versorgten Tibiakopffrakturen zeigten sehr gute bis gute Ergebnisse. Zudem war die stationäre Verweildauer dieser Patienten, im Vergleich zu Patienten mit "offen" versorgten Tibiakopffrakturen, kürzer. Im Rahmen dieser Untersuchung konnte jedoch, wegen der geringen Patientenzahl, keine repräsentativ gesicherte Signifikanz zwischen der "offenen" und "geschlossenen" Frakturbehandlung ermittelt werden.

Über die gesamten klinischen und radiologischen Behandlungsergebnisse - unabhängig vom Frakturtyp - liegen sowohl bei der reinen Spongiosaplastik als auch beim keilförmigen kortikospongiösen Knochenspan vergleichbare positive

und negative Ergebnisse vor, so dass insgesamt keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der therapeutischen Wertigkeit erkennbar sind.

Die funktionellen Resultate, wurden nach dem von Rasmussen (1973) erstellten Punktesystem bewertet. Berücksichtigung finden dabei Angaben der Patienten zur Schmerzsituation, die maximal zurücklegbare Gehstrecke, das Extensionsdefizit sowie die Beweglichkeit und Stabilität des Kniegelenkes. Insgesamt 28 % der Befragten erreichten ein "sehr gutes", 54,4 % ein "gutes" und 17,6 % ein "befriedigendes" Ergebnis. Bei keinem Patienten war die Gesamtbeurteilung als "schlecht" zu bezeichnen.

Grundlagen einer erfolgversprechenden Behandlung von Tibiakopffrakturen sind eine sorgfältige Indikationsstellung, eine exakte prä- und perioperative Diagnostik, eine optimale OP-Planung, eine stabile Osteosynthese sowie die frühfunktionelle Behandlung. Die Therapiewahl bei Tibiakopffrakturen hängt neben dem Frakturtyp, von den lokalen Weichteilverhältnissen sowie vom Allgemeinzustand des Patienten ab.

## **1.2 Summary**

### **Midterm Results of operative treatment procedures of intraarticular tibia plateau fractures**

This paper deals with the results of operative procedures of tibia plateau fractures. We compared the outcome of our own surgically treated patients with the known literature. The two procedures of cancellous bone grafting (pure spongiosa and wedge-shaped corticocancellous graft) as well as the minimal invasive osteosynthesis are specified.

From 1991 to 1996, 83 patients with 85 tibia plateau fractures were surgically treated at Martin Luther hospital in Berlin. 66 patients (79,5 %) with 68 tibia plateau fractures were followed up after a mean of 3,8 years.

The most frequent reason of the injuries were: Traffic accidents followed by home accidents, sports injuries and accidents in leisure time. Most frequent concomitant injuries were fractures of the fibular head, cruciate ligament injuries and meniscus lesions.

The tibia plateau fractures were classified according to the AO-classification (MUELLER et al. 1989). In the follow-up group 66,2 % had an unicondylar tibia plateau fractures type B, of whom 42,6 % were impression fractures (B3). In 33,8 % a bicondylar fractures type C appeared, of whom 23,5 % had a compound fracture with fracture impact zone (C3). The most frequent types of fractures were type B3 fractures followed by C3 fractures. In the follow-up group with 68 tibia plateau fractures 8,8 % were treated minimal invasive (1,5 % under fluoroscopy) and the remaining 91,2 % "openly" e.g., open approach. In 58,8 % of all reexamined fractures, the reconstruction of the articular surface was performed by cancellous bone using pure spongiosa in 35,3 % and a corticocancellous wedge (both from the spina iliaca) in the remaining 23,5 % of cases. The mean interval between the injury and the operation was 5,6 days.

As early complications, a wound healing problem appeared in 4 cases and a lesion of the peroneal nerve in 3 cases. As late complications, subsidence of the medial or lateral plateau of the tibia was observed in 4 cases. Furthermore an instability



with anterior cruciate ligament insufficiency was observed in two cases. Infections were not recorded.

Despite anatomical reconstruction of the articular surface, posttraumatic arthrosis of different degree was seen in 65 % of all reexamined patients. Corresponding with other authors, we could demonstrate that not only macroscopic damage like impact zones, valgus or varus deformity and instability of the ligaments - but also the extent of cartilage damage as well as trophic and enzymatic changes - play a role in the pathogenesis of posttraumatic arthrosis. A correlation between the occurrence of arthrosis and the type of fracture could be demonstrated, type 3 fractures (B3, C3) e.g. showed a clearly higher incidence of arthrosis as compared with other types. A degenerative process in the healthy and injured knee-joint generally increasing with age on the basis of our patient population is not significant.

Independently of the type of fracture, approximately 30 % of all reexamined patients were free of complaints. The remaining circa 70 % showed discomfort of light to severe degree depending on the type of fracture. Thus a correlation between subjective findings and the type of fracture could be demonstrated. Furthermore a certain interdependence between the radiological findings and the complaints of the patients was found.

The minimal invasive operated tibia plateau fractures showed good to very good results and the time for hospitalisation was shorter as compared to those "openly" operated. In the context of this investigation however, because of the smaller number of patients, no significant difference between the "open" and minimal invasive strategy could be determined.

Regarding all clinical and radiological results - independently of the type of fracture – both the pure cancellous bone grafts and the wedge-shaped corticocancellous bone grafts showed comparable results. Conclusion: no significant differences could be observed regarding the therapeutic priority.

The functional results were assessed according to Rasmussens (1973) scoring system which includes patients reports of pain, the maximum walking distance, the extension deficit as well as the mobility and stability of the knee-joint 28 %

of all reexamined patients showed “very good” and 54,4 % a “good” results, 17,6 % showed “satisfying” and no patients “poor” results.

The successful surgical management of tibia plateau fractures is based on careful indication, optimizing of surgical and pre- and postoperative diagnostic procedures as well as stable osteosynthesis and early physiotherapy. The therapeutic strategy depends on the type of fracture, the condition of the soft tissue and the general condition of the patient.

## **2.0 Allgemeiner Teil**

### **2.1 Einleitung**

Tibiakopffrakturen sind Brüche des proximalen Endes des Schienbeines. Sie stellen bis heute eine problematische Verletzung dar. Neben den Pilon tibiale und Acetabulumfrakturen gelten Tibiakopffrakturen wegen der statischen und biochemischen Belastung zu den therapeutisch schwierigsten und prognostisch ungünstigsten Frakturtypen an den unteren Extremitäten (MUGGLER et al. 1978).

Band-, Knochen- oder Kombinationsverletzungen des Kniegelenks sind sehr häufig anzutreffen. Besonders wegen der hohen statischen und dynamischen Beanspruchung des Kniegelenks haben Tibiakopffrakturen unter den Knochenverletzungen jedoch nach wie vor eine besondere Stellung. Zwar hat die Zahl der Tibiakopffrakturen in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen, sie gehören aber hinsichtlich des Gesamtvorkommens an Frakturen immer noch zu den relativ seltenen Frakturen. Ihre Prozentzahl wurde in der Literatur zwischen 2 % und 8 % aller Frakturen des Unterschenkels angegeben (ENDER 1965; THIELE 1968; HENKEMEYER 1972; DUSTMANN und SCHULITZ 1973; MUGGLER 1975).

Mit der steigenden Zahl der Tibiakopffrakturen hat die Frage nach konservativer oder operativer Behandlung zunehmend an Interesse gewonnen. Zahlreiche Publikationen widmeten sich diesem Thema und diskutierten die Vor- und Nachteile beider Behandlungsarten. Heute ist eindeutig erkennbar, dass der Anteil operativ versorgter Frakturen in den letzten Jahren deutlich gestiegen ist. Gemäß den Angaben von SCHEIBE (1956) wurden bis Anfang der 50er Jahre lediglich 16 % der Patienten operiert, während bei ARMAN (1993), rund 40 Jahre später, die Zahl der operativ behandelten Patienten auf 93 % anstieg. Inzwischen besteht Einigkeit darüber, dass die komplizierten Frakturformen in der Regel operativ zu versorgen sind. Die konservative Therapie ist vorzugsweise bei leichteren und nicht bzw. gering dislozierten Frakturen mit weitgehend erhaltener Stabilität anzuwenden.

In der vorliegenden Arbeit werden die Ergebnisse der in den Jahren 1991 bis 1996 in der Unfallchirurgischen Abteilung des Martin-Luther-Krankenhauses in Berlin operierten Tibiakopffrakturen dargestellt. Anhand der durchgeführten Nachuntersuchungen wurde das funktionelle, das röntgenologische und das subjektive Empfinden der Patienten ausgewertet und mit der Literatur vergleichend diskutiert. Des Weiteren wird gezeigt, welchen Einfluss verschiedene Verfahren der Spongiosaplastik auf das Operationsergebnis haben.

## 2.2 Historischer Überblick

Schienbeinkopfbrüche waren früher wegen der fehlenden Krepitation und der meist nur geringen Verschiebung (Dislokation) insgesamt schwierig und unsicher zu diagnostizieren. Hinzu kam, dass in der vergleichenden Literatur bis Mitte des 19ten Jahrhunderts, klinische Beschreibungen sowie Abbildungen einzelner Brüche am Gelenkende der Tibia meist nur anhand von Sektionsbefunden oder klinischen Befunden dargestellt wurden (zit. bei THIELE 1968). Erst durch die Entdeckung der Röntgenstrahlen im Jahre 1896 eröffnete sich eine neue und revolutionäre Möglichkeit in der medizinischen Diagnostik, da dieses Verfahren die Erkennung und Behandlung der Frakturen des menschlichen Skelettes ermöglichte. Im Jahre 1905 veröffentlichte SONNTAG bereits Röntgenbilder von Schienbeinkopfbrüchen, sowohl von einigen eigenen Fällen als auch von Kompressionsbrüchen aus der Literatur (zit. nach THIELE 1968).

Die ersten wissenschaftlichen Arbeiten über Tibiakopffrakturen erschienen von HULTEN im Jahre 1929. Er studierte die Frakturmechanismen mit dem Ziel, die Kraftkomponenten des Bruches zu bestimmen. Nachfolgend beschäftigten sich viele Autoren mit diesem Thema. Mit der steigenden Zahl der Frakturfälle wuchs dann sowohl die Zahl der Behandlungsmethoden als auch die Zahl der Einteilungsmöglichkeiten der Frakturtypen.

Die älteste Therapiemethode bei sämtlichen Knochenfrakturen ist die Ruhigstellung. Speziell die Behandlung der Tibiakopffrakturen erfolgte anfangs ausschließlich konservativ und beschränkte sich auf die Lagerung des verletzten Beines in Streckstellung zwischen Kissen und Beinladen verschiedenster Art um eine mögliche Einsteifung zu verhindern. In der Folgezeit fanden Behandlungsformen wie Gipsverbände, Zinkleimverbände und Dauerextensionen mit einer 6- bis 8-wöchigen Fixierzeit Anwendung. Für eine vorwiegend konservative Behandlung der Tibiakopffrakturen plädierten vor allem Autoren wie HULTEN (1929); HOHL (1956); JONASCH (1963); BÖHLER (1965); KUSS und FELDER (1965); THIELE (1968); COURVOISIER (1973) und BALTENWEILER (1976). Behandlungsschwerpunkte der konservativen Therapie bilden bei der Einrichtung eines gekippten oder verschobenen Tibiakondylus im Allgemeinen die Valgus- oder Varusvermehrung des verletzten Kniegelenkes, die entweder mit oder ohne Längszug durchgeführt werden.

Über Möglichkeiten einer operativen Therapie, vor allem bei komplizierten Frakturen, berichteten anfangs hauptsächlich RIEDL (1907) und KATZENSTEIN (1914). Im Mittelpunkt ihrer Betrachtungen stand dabei die offene Einrichtung von Tibiakopffrakturen mittels Hebung des Imprimats durch Nägel, Schrauben, Schienbeinspäne oder Drahtnähte, wodurch die Gelenkfläche wieder hergestellt werden sollte (zit. bei THIELE 1968).

Obwohl die operative Rekonstruktion das Verfahren zweiter Wahl bildete und in der Regel nur Anwendung fand, wenn die vorherige konservative Behandlung unzureichende Ergebnisse aufwies, wurde dennoch die Indikationsstellung zur offenen Reposition und inneren Fixation auf instabile und verschobene Spaltbrüche des Tibiakopfes erweitert und das Ziel einer übungsstabilen Osteosynthese formuliert. Vertreter, die einer operativen Behandlung den Vorzug gaben, waren Autoren wie ANDREESEN (1938); DUSTMANN (1973); MUHR (1974); HOLZ (1975); MUGGLER (1975); SPIER (1975); KRIEG (1976); MÜLLER, K.H. (1976) und BURRI (1979).

Durch die im Jahre 1958 in der Schweiz gegründete Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (AO) verzeichnete die Osteosynthesetechnik eindrucksvolle Forschungs- und Entwicklungsergebnisse vor allem auf den Gebieten der Grundlagenforschung in der Metallurgie und in der Biochemie der Frakturbehandlungen, wodurch die Verwirklichung dieser Technik zunehmend Anwendung fand (MÜLLER M.E. et al. 1977). Nach 1960 waren Osteosynthesen weit verbreitet, so dass auch Tibiakopfbrüche immer häufiger operativ behandelt wurden. Weichteil- und knochenschonende Operationsverfahren etablierten sich zunehmend. Neben einer vielfältigen Neuentwicklung von Implantaten wie z.B. T-Platten, L-Platten oder Tibiakopfplatten wurden zusätzliche externe Stabilisationsverfahren (Rahmenfixateur, monolateraler Fixateur externe, Ringfixateur nach Ilizarow, Hybridfixateur) zur Absicherung des Tibiaschaftes verwendet (HERTEL 1997), besonders im Vordergrund stand hierbei die Schonung der häufig stark geschädigten Weichteilstrukturen.

Eine interessante Variante der konservativen Behandlung wurde von BIMLER (1978) eingeführt, der die frühfunktionell-konservative Behandlung mit simultaner Extension und Bewegung favorisierte und damit die heute etablierte Behandlung mit CPM (continuous passive motion) für Frakturen, Band- und Knorpelverletzungen teilweise vorwegnahm.

In der Literatur wurden gute und schlechte Resultate sowohl konservativer als auch operativer Behandlungsmethoden veröffentlicht (WAGNER und JAKOB 1986, MUHR und NEUMANN 1990). Hinsichtlich der nicht zufriedenstellenden Ergebnisse nach operativer Behandlung muss darauf hingewiesen werden, dass die erhöhte Infektionsrate häufig auf den falschen Operationszeitpunkt, auf wenig gewebeschonende Eingriffe sowie die ausgedehnte Knochenfreilegung und den Y-förmigen Schnitt zurückzuführen waren (HERTEL 1997).

Mit der Entwicklung der Arthroskopie in den 20er Jahren eröffneten sich neue Perspektiven hinsichtlich der diagnostischen Möglichkeiten und später auch in Bezug auf therapeutische Maßnahmen. Seit der Erstpublikation über Arthroskopie von BIRCHER (1921) sind mittlerweile zahlreiche Publikationen über die Anwendung und weitere Entwicklung der Arthroskopie erschienen. Jedoch erst in

den 70er Jahren etablierte sich die Arthroskopie in der invasiven Diagnostik. Durch den Einsatz neuer Instrumente und technischer Zusatzgeräte konnten viele Probleme bewältigt werden (HEMPFLING 1995).

Mittlerweile hat sich die Arthroskopie vom rein diagnostischen Mittel zu einem hoch entwickelten chirurgischen Verfahren entwickelt. Durch minimal-invasive Maßnahmen lassen sich heute schwere, sowohl ligamentäre als auch knöcherne Kniegelenktraumen definitiv und suffizient versorgen (BETZ et al. 1993). Insgesamt ist heute der Wert der minimal invasiven Osteosynthese unbestritten (HERTEL 1997). Die arthroskopische Chirurgie bei Tibiakopffrakturen kann daher als unterstützende Therapieform betrachtet werden, die die Vorteile der operativen Therapie optimiert, wenn die Indikation korrekt gewählt ist und röntgenologische Unterstützung nicht ausgeschlossen wird.

### 2.3 Anatomie und Biomechanik des Kniegelenkes

Das Kniegelenk ist das größte Gelenk des menschlichen Körpers. Es besteht aus zwei Gelenkteilen, dem Femorotibial- und Femoropatellargelenk, die mit hyalinem Knorpel überzogen sind.

Das distale Femurende besteht aus zwei Gelenkknorren die von hinten durch Fossa intercondylica ausgespart sind, wobei die Aussparung die proximale Ansatzstelle der Kreuzbänder darstellt. Die Epicondylus medialis- und lateralis-femoris dienen als Ursprung bzw. Ansatz der Ko lateralbänder. Das proximale Ende der Tibia besteht aus zwei Gelenkflächen, die durch einen Eminentia intercondylaris getrennt sind. Dieser knorpelfreie Bereich unterteilt in einen medialen und lateralen Kondylus, der die distale Ansatzstelle der Kreuzbänder bildet. Das Tibiakopfplateau fällt dorsal-distal (Retroversio tibiae) ungefähr um 4 bis 6 Grad ab und ist gegenüber dem Tibiaschaft gering nach dorsal versetzt (Retropositio tibiae). Die Gelenkfläche des medialen Kondylus ist in der Frontal- und in der Sagittalebene konkav geformt, die des lateralen Kondylus, ist in der Frontalebene ebenfalls konkav, in der Sagittalebene hingegen konvex geformt (BAUMGARTL und THIEMEL 1993).

Im Gegensatz zum Femur und zur Tibiadiaphyse, ist die Spongiosa des Tibiakopfes nur von einer papierdünnen Kortikalis umgeben, auf der sie gleichsam aufläutert (HALL 1966; ROCKOFF et al. 1969; CURREY 1970).

Die Patella stellt einen weiteren, knöchernen Anteil des Kniegelenkes dar und ist in die Sehne des Musculus quadriceps femoris eingelagert. Hiermit wird die Verlaufsrichtung der Sehne umgelenkt und damit die Kraftübertragung vom Ober- auf den Unterschenkel gewährleistet.

Die Menisken bestehen aus Faserknorpelhalbringen. Der C-förmige, mediale Meniskus ist mit dem medialen Kolateralband verwachsen. Beim Beugen des Kniegelenkes werden die Menisken nach dorsal verschoben, beim Strecken gelangen sie wieder nach vorne. Die Menisken, als Art „bewegliche Gelenkpfannen“, dienen einerseits dem Ausgleich der durch die unterschiedliche Form von Femor- und Tibiagelenkflächen entstehenden Inkongruenz, und ermöglichen andererseits die Rotation des Kniegelenks. Neben einer stabilisierenden Wirkung haben die Menisken zudem die Aufgabe, die Druckbelastung für die Knorpel auszugleichen

Der Bandapparat des Kniegelenkes stellt den wesentlichen statischen Stabilisator dar. Verstärkt wird die statische Stabilisierung durch das dynamische Stabilisierungssystem, durch die das Kniegelenk bewegendenden Muskeln und Sehnen. Neben der peripheren Bandstruktur wird das Kniegelenk vor allem von vier Hauptbändern stabilisiert, einem vorderen und hinteren Kreuzband sowie einem Innen- und Außenbandkomplex.

Die Mechanik des Kniegelenkes wird wesentlich durch die Anordnung der Kreuzbänder bestimmt. Dieses Bandsystem entspricht einer gekreuzten, geschlossenen und ebenen Viergelenkkette. Die wandernde Achse der Kniebewegung liegt hierbei jeweils im aktuellen Kreuzpunkt dieser Bänder (HERTEL und SCHWEIBERER 1975). Das vordere Kreuzband zieht sich von der Eminentia intercondylaris zum dorsokraniellen und weiter hin zum lateralen Femurcondylus. Seine Fasern sind in Streckstellung annähernd parallel und gespannt, in Beugung hingegen verdreht und gelockert. Dem hinteren Kreuzband kommt die Rolle des



zentralen Kniegelenk-Stabilisators zu, da das hintere Kreuzband das stärkste Knieband darstellt (KENNEDY 1976).

Die Bewegung des Kniegelenkes in der Sagittalebene ist eine kombinierte Roll-Gleit-Bewegung und nicht, wie fälschlicherweise immer wieder angenommen, eine Scharnierrotation. Die Kreuzbänder übernehmen hierbei die Steuerung, so überwiegt in der ersten Phase der Kniebeugung, also mehr in Strecknähe, die Rollbewegung, bei weiterer Beugung überwiegen hingegen die Anteile des Gleitens (HERTEL 1996).

Die Seitenbänder stellen wichtige Elemente für die Funktionseinheit des Kniegelenkes dar. Das Innenband zieht sich breitflächig von Epicondylus medialis zur Medialseite der Tibia, und ist dort mit der Gelenkkapsel verwachsen. Das Außenband zieht sich als runder Strang von Epicondylus lateralis zum Fibiaköpfchen, ist hier jedoch unabhängig von der Gelenkkapsel. Das Außenband ist bei Überstreckung gespannt und zeigt, proportional zur Beugung, einen kontinuierlich zunehmenden Spannungsverlust (WIRTH et al. 1984).

Als weitere Stabilisatoren zählen die Kapselbänder, wie beispielsweise die tiefe Schicht des Innenbandes, das die Außenrotation stabilisiert. Zudem dient die dorso-mediale Kapselschale der medialen Stabilisierung (HERTEL und SCHWEIBERER 1975).

Ein prägnanter Aspekt der Beinform stellt die so genannte „Mikulicz-Traglinie“ dar. Diese Traglinie ist eine Verbindungslinie zwischen dem Oberschenkelkopf und der Sprunggelenkmitte, sie zieht sich bei einem normal gebauten Bein durch die Mitte des Kniegelenkes.

Gewöhnlich wird die Körperlast gleichmäßig von den medialen und lateralen Gelenkabschnitten getragen. Ist jedoch eine mangelhafte Stabilisierung, also eine Instabilität vorhanden, führt dies zwangsläufig zu einer seitlichen Verlagerung der Traglinie. Bei einer lateralen Verlagerung der Traglinie entsteht ein Genu valgum (X-Bein), wobei die äußere Gelenkfläche überlastet und das innere Seitenband gedehnt wird. Der umgekehrte Fall charakterisiert ein Genu varum (O-Bein), hier wird die innere Gelenkfläche überlastet und das äußere Seitenband gedehnt. Liegt

die Traglinie hingegen vor dem überstreckten Gelenk, spricht man von einem Genu recurvatum.

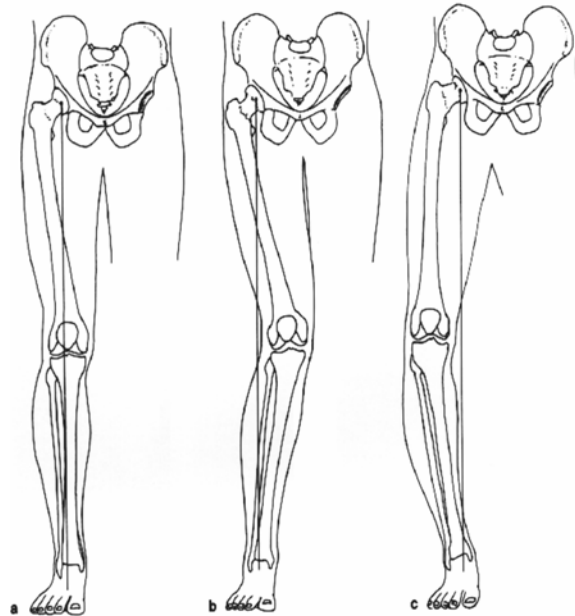


Abb. 1 Traglinien: **a** am normalen Kniegelenk, **b** bei X-Knie, **c** bei O-Bein (Baumgartl S. 38)

Die Anatomie und Biomechanik des Kniegelenkes zeigen, dass die Bänder und Gelenkkörper des Kniegelenkes zu einer komplizierten funktionellen Einheit verbunden sind, deren Mechanik durch die Gesetze der Kinematik verständlich und berechenbar wird. Die umfangreiche Analyse der Bewegungs- und Belastungsvorgänge am Kniegelenk hat vor allem gezeigt, dass einzelne Kapsel-Band-Strukturen im Gesamtverband nur wirksam sind, wenn sie ihre definierte anatomische Lage einnehmen. Daraus leitet sich für die operative Versorgung von Kapsel-Band-Läsionen das äußerst wichtige Prinzip ab, dass die Wiederherstellung oder aber Ersatz solcher Strukturen anatomisch korrekt erfolgen muss (BURRI und MUTSCHLER 1982).

## 2.4 Entstehung und Ursachen der Tibiakopffrakturen

Tibiakopffrakturen treten in einer Vielzahl von Formen auf und entstehen in der Regel aus der Kombination einer axialen Kompression mit einer Valgisierung oder Varisierung. In Abhängigkeit von der einwirkenden Kraft, treten Spalt-, Impressions- oder Depressionsfrakturen bzw. kombinierte Frakturformen auf. Reine Valgus- oder Varusverletzungen führen hingegen lediglich zu Bandverletzungen (FRIEDL 1987).

Gründe, weshalb laterale Frakturen weitaus häufiger vorkommen als mediale, lassen sich einerseits ableiten von der gefährdeten Exposition der Knieaußenseite, der physiologischen Valgusstellung der Beinachse sowie der konvexen Form des lateralen Tibiaplateaus. Ferner sind die dünnere laterale Trabekelstruktur sowie das äußere Femorkondyl dafür verantwortlich zu machen (HULTEN 1929; BÖHLER 1957; THIELE 1968; ZIFKO 1969; RASMUSSEN 1973; HOLZ 1975; GROSSNER 1992).

Auf der Grundlage experimenteller Untersuchungen bestätigte HULTEN (1929) sowie später KENNEDY und BAILEY (1968) die Bedeutung der valgisierenden Kräfte bei der Entstehung von kombinierten Depressions-Impressionsfrakturen. THIELE (1968) wies darauf hin, dass die Fragmentlokalisation vom Grad der Flexion des Kniegelenkes abhängig ist. HOLZ (1975) beispielsweise untersuchte und analysierte verschiedene Entstehungsmechanismen von Tibiakopffrakturen hinsichtlich ihrer einheitlichen Verletzungsmuster. Er kam zu dem Ergebnis, dass sowohl für Impressions- und Depressionsfrakturen als auch für kombinierte Brüche des lateralen Plateaus, hauptsächlich valgisierende Kräfte verantwortlich sind. Axial einwirkende Kräfte sowie Hyperextension führen hingegen vornehmlich zu einer reinen Abspaltung der lateralen Konsole.

Tümmerbrüche oder schwere bicondyläre Frakturen treten laut JÄGER (1970); HOLZ (1975) und FRIEDL (1987) hingegen meist bei großer axialer Gewalteinwirkung, wie beispielsweise nach einem Sturz aus großer Höhe mit gestrecktem Bein, auf.

Bei Tibiakopffrakturen mit blockförmigem Fragmentaussprung ist gemäß den Ergebnissen von GROSSNER (1992) eine Beteiligung des medialen Tibiaplateaus bedeutsam, da diese auf eine hohe axial wirkende Kraft in Verbindung mit einer forcierten Adduktion hinweist.

Bei den Ursachen von Tibiakopffrakturen stehen Verkehrsunfälle verschiedenster Art wie z.B. PKW-, Zweiradunfälle oder so genannte Stoßstangenverletzungen bei Fußgängern an oberster Stelle. Der absolute Anstieg dieser Unfallursache lässt sich sicherlich mit der zunehmenden Motorisierung unserer Gesellschaft in den vergangenen Jahrzehnten erklären. Als weitere recht verbreitete Unfallursache sind neben Sport- und Arbeitsunfällen häufig auch Stürze in der Freizeit oder im häuslichen Milieu zu verzeichnen. Die eben geschilderten Entstehungsmechanismen von Tibiakopffrakturen durch äußere Kraft- bzw. Gewalteinwirkung treffen am häufigsten für Stoßstangenverletzungen bei Fußgängern zu.

Die zweite Hauptgruppe stellen Frakturen dar, bei denen nicht eine heftige äußere Gewalteinwirkung ursächlich für den Unfall verantwortlich ist. Vielmehr kann, je nach Stellung des Gelenkes, schon eine geringfügige äußere Krafteinwirkung ausreichen, um einen unkoordinierten Bewegungsablauf mit der Folge einer inneren Kniewindung und Verkantung der Oberschenkelkondylen auszulösen. Unter Umständen kommt es dabei zu einer Belastungskonzentration auf kleinster Fläche und somit folglich zu einer Überschreitung der Belastbarkeitsgrenze. Da die Belastbarkeitsgrenze im Schienbeinkopf niedriger liegt als in der Oberschenkelkondylenrolle, ist eine Schienbeinkopffraktur die Folge. Hinsichtlich der Unfallursache ist in solchen Fällen von einer scheinbaren Gelegenheitsursache auszugehen (GREINEMANN 1970).

JÄGER (1970) und DUSTMANN (1974) beschrieben diese Art der Tibiakopffrakturen als typische Altersfrakturen. Als häufigste Unfallursache bezeichneten sie den Sturz auf das gestreckte Bein wie beispielsweise den Sturz vom Stuhl oder einer Leiter, aber auch eine direkte Gewalteinwirkung. Als Hauptgrund für die Zunahme von Tibiakopffrakturen im fortgeschrittenen Alter sieht JÄGER (1970), die senile Osteoporose an, da diese in ihrer typischen Lokalisation auch den Tibiakopf betrifft.

In vielen Fällen ist die Unfallanamnese ungenau, die Entstehungsmechanismen der Fraktur jedoch komplex. Folglich ist eine Analyse der Gewalteinwirkung häufig nicht exakt möglich (HOLZ 1975; MUGGLER et al. 1978).

## 2.5 Klassifikation der Tibiakopffrakturen

Tibiakopffrakturen treten in verschiedensten Formen auf, was schon in der Vergangenheit zu einer Vielzahl von Einteilungsversuchen geführt hat. Beispielsweise nahm GÜMBEL im Jahre 1909 eine systematische Einteilung der Schienbeinkopfrühe vor, diese war jedoch zu einseitig auf anatomische Gesichtspunkte ausgerichtet (zit. bei THIELE 1968). Eine hinsichtlich der therapeutischen Konsequenzen besonders wertvolle, aber auch einseitige Einteilung, nahm ENDER im Jahre 1955 vor. In der Folgezeit wurden von verschiedenen Autoren wie z.B. HOHL (1967); THIELE (1968); RASMUSSEN (1973); HOLZ (1975); MUGGLER (1978) immer wieder neue Klassifikationen vorgenommen, wobei sich die Zahl der Autoren hier um eine Vielzahl ergänzen ließe. Allen Klassifikationen war gemeinsam, dass sie keine verbreitete Akzeptanz erreichten.

Einigkeit über die Notwendigkeit einer Typisierung, vor allem für die anstehende Therapie, bestand jedoch unter allen Autoren. Eine in früheren Publikationen häufig vorgenommene Unterteilung differenzierte zwischen Depressions-, Impressions-, Spaltimpressionsbrüchen und Trümmerfrakturen. Diese Vierteilung erschien vom therapeutischen Gesichtspunkt her zwar als sehr hilfreich, berücksichtigte allerdings die für die Prognose ebenso wichtigen Begleitverletzungen nur unzureichend (TSCHERNE et al. 1984).

Mittels eines funktionellen Schemas, klassifizierte MOORE (1981) die mit Luxation oder Subluxation einhergehenden Bruchformen. Seine Einteilung basierte auf der Annahme, dass die Fraktur häufig mit Bandverletzungen einhergeht. Frakturen des Tibiaplateaus, die durch Stauchungskräfte verursacht werden, fanden in seiner Einteilung wenig Berücksichtigung, er analysierte lediglich Unterschiede zwischen Tibiaplateaufrakturen und Verrenkungsbrüchen.

Hinsichtlich der Verrenkungsbrüche entwickelte er eine Einteilung in 5 Frakturtypen. Die Besonderheit seiner Klassifikation liegt darin, dass sich aus dem röntgenologischen Verlauf der Frakturlinien, Rückschlüsse auf gleichzeitige Ligamentverletzung ergeben.

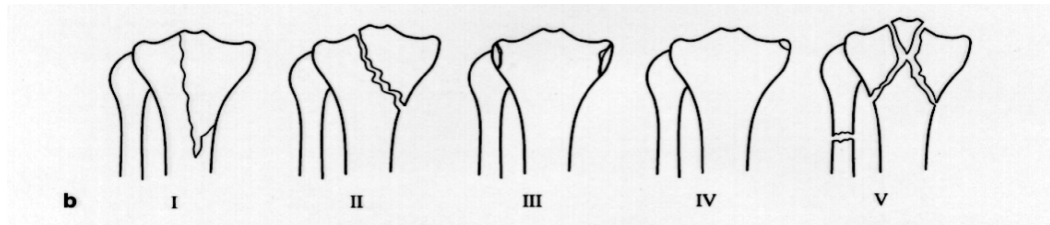


Abb. 2 Einteilung nach Moore, 1981 (Unfallchirurg 7, 510,1997.)

SCHATZKER (1987) wählte eine etwas andere Einteilung. Er unterteilte Tibiakopffrakturen hinsichtlich ihrer Pathogenese, Behandlung und Prognose in 6 Frakturtypen. Typ I charakterisiert meist laterale Spaltbrüche mit eventueller Depression; Typ II kennzeichnet sich durch einen Spaltbruch mit Depressionszone; Typ III durch einen Depressionsbruch ohne Spaltbruch; Typ IV durch einen Kondylendepressionsbruch mit Eminentiafraktur; Typ V weist einen bikondylären Spaltbruch mit erhaltener Eminentia auf; Typ VI schließlich einen bicondylären Trümmerbruch mit Fraktur der Eminentia.

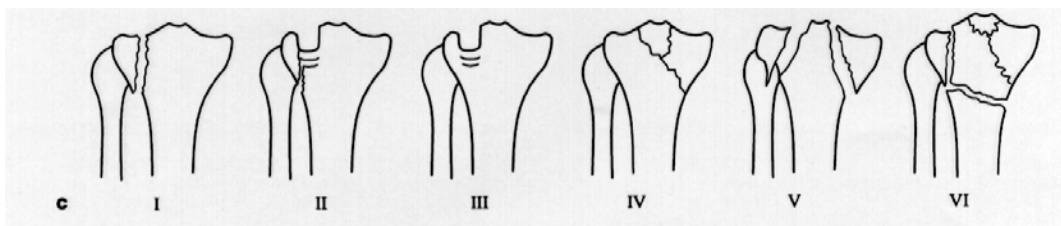


Abb. 3 Einteilung nach Schatzker, 1987 (Unfallchirurg 7, 510,1997.)

Die von der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (AO) vorgeschlagene Klassifikation der Tibiakopffrakturen, die auf die Einteilung von MÜLLER et al. (1977) beruht, wurde lange Zeit als die für den klinischen Alltag brauchbarste Klassifikation gehalten. Kennzeichnend für diese Klassifikation ist einerseits deren Aufbau nach morphologischen Gesichtspunkten, die jedoch andererseits auch ausreichend Rückschlüsse auf ligamentäre Verletzungen zulassen.

Die Einteilung erfolgt in 4 Typen: Typ I klassifiziert einen Spaltbruch mit eventueller Depression des Kondylus; Typ II einen Impressionsbruch mit erhaltener peripherer Zirkumferenz; Typ III einen Impressionsspaltbruch mit eventueller Depression und Typ IV einen (immer bikondylären) Trümmerbruch.

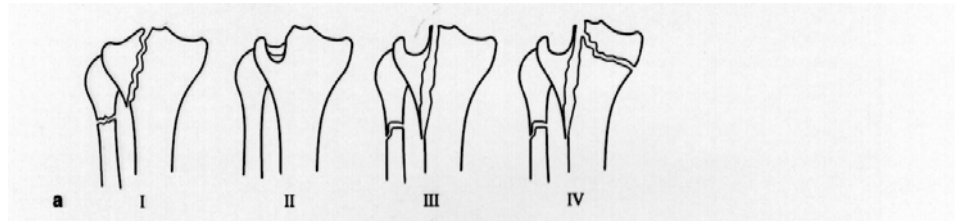


Abb. 4 Einteilung nach AO-Klassifikation, 1977 (Unfallchirurg 7, 510, 1997.)

Die mittlerweile neue und erweiterte Klassifikation der AO von 1990 beschreibt: A-Frakturen (Eminentiaausrisse und extraartikuläre Tibiakopffrakturen); B-Frakturen (monocondyläre Frakturen); und C-Frakturen (biconduläre Frakturen). Zusätzlich wurde eine Einteilung von 1 bis 3 vorgenommen, welche den Schweregrad der Frakturen kennzeichnen soll (MÜLLER M.E. et al. 1989). Diese, eben genannte Einteilung, wurde auch bei der vorliegenden Arbeit benutzt.

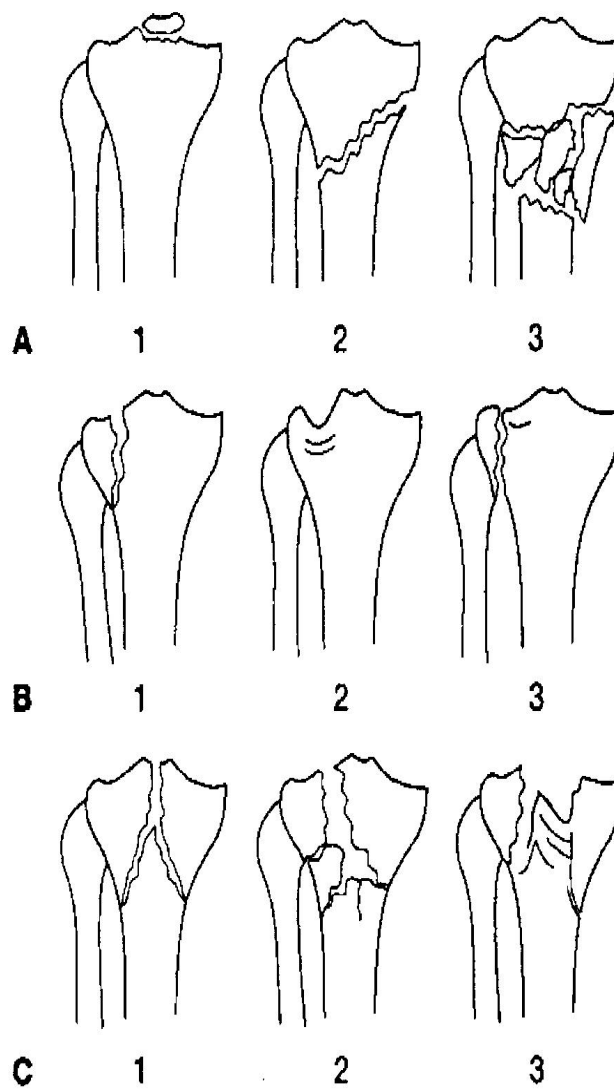


Abb. 5 Einteilung nach AO-Klassifikation, 1989 (Unfallchirurg 7, 509,1997.)



- A :     außerhalb der Tibiagelenkfläche
- A1:    Abriss ohne Gelenkflächenbeteiligung des Tibiakopfes  
         (Eminentia, Tuberositas, Fibulaköpfchen)
- A2:    extraartikulärer Tibiakopfbruch
- A3:    extraartikuläre Trümmerfraktur
  
- B :     Unicondylär
- B1:    Spaltbruch ohne Impression, unicondylär
- B2:    Impressionsbruch ohne Spaltbruch
- B3:    Impressionsspaltbruch
  
- C :     Bicondylär
- C1:    einfacher, bicondylärer Bruch, Eminentia erhalten
- C2:    einfacher, bicondylärer Gelenkbruch mit extraartikulärer Trümmerzone,  
         keine Impression
- C3:    bicondylärer Trümmerbruch mit Impressionszone

## 2.6     Begleitverletzungen

Tibiakopffrakturen sind in der Regel Gelenkfrakturen. Durch die anatomischen Verhältnisse am Kniegelenk treten bei Schienbeinkopffrakturen häufig Begleitverletzungen wie Ligament- und Meniskusverletzungen sowie Fibulaköpfchenfrakturen auf.

Primär lassen sich Nebenverletzungen von Tibiakopffrakturen wegen der Schwellungen und Schmerzen schwer erkennen. Sie werden, wenn vorher keine weiterführende operative Diagnostik erfolgte, oft erst während der offenen Operation oder bei einer Arthroskopie nachgewiesen. WILPPULA (1972) fand bei seinen Nachuntersuchungen neben den operativ nachgewiesenen Rissen eine Reihe von Bandinsuffizienzen, die ursprünglich unerkannt geblieben waren.

VITTALI (1974) weist darauf hin, dass unter anderem die übersehenen Begleitverletzungen für schlechte Osteosyntheseergebnisse mitverantwortlich sind.

In der Literatur wird die Häufigkeit von Kniebandverletzungen als Nebenverletzungen von Tibiakopffrakturen, sehr unterschiedlich angegeben. Die Zahlen schwanken zwischen 2,5 % und 54,8 % (DICKOB und MOMMSEN 1994).

Meniskusläsionen stellen ebenfalls eine relativ häufige Begleitverletzung bei Tibiakopffrakturen dar. Während NICOLET (1965) bei 140 seiner systematisch durchgeführten Arthrotomien eine laterale Meniskusverletzung bei bis zu 90 % und eine mediale bei bis zu 20% seiner Fälle beschrieb, fand FRIEDL (1987) sie lediglich bei 10,7 %. Gemäß NICOLET (1965), ist der hohe Anteil an lateralen Meniskusläsionen einerseits durch deren anatomische Form begründet sowie andererseits, durch die häufiger vorkommenden lateralen Condylenbrüche.

Eine weitere, recht häufig vorkommende Begleitverletzung, stellt die Fibulaköpfchenfraktur dar. Diese Verletzung fanden THIELE (1968) und COURVOISIER (1973) bei bis zu 20 % aller Tibiakopffrakturen.

Eine eher seltene Begleitverletzung ist die Kreuzbandverletzung. Sie kommt entweder mit Einrissen an der dorsalen Gelenkkapsel oder aber bei kombinierten Läsionen des medialen oder lateralen Bandsystems vor (HOLZ und WELLER 1976). Ebenfalls selten sind Verletzungen der großen Nerven und Gefäße in der Kniekehle. Am ehesten tritt eine Verletzung des Nervus peroneus (im Bereich des Fibulaköpfchens) auf. In der Literatur wird die Häufigkeit dieser Begleitverletzung bei THIELE (1968) mit 2 %, bei WELTE (1984) hingegen mit bis zu 6,8 % angegeben.

Hinsichtlich der Therapie sollten knöcherne Bandausrisse primär osteosynthetisch versorgt werden. Bei medialen Seitenbandverletzungen empfiehlt sich hingegen meist eine funktionelle Behandlung. Persistiert eine Instabilität, eignet sich sowohl für das vordere und hintere Kreuzband als auch für das laterale Seitenband ein sekundär-plastisches Vorgehen. Durch eine ausgedehnte primäre operative Bandversorgung ist die Komplikationsgefahr erhöht (DICKOB und MOMMSEN 1994).

Meniskusläsionen sind möglichst im Sinne einer Meniskuserhaltung zu versorgen.

## 2.7 Diagnostik

Die Diagnose von Tibiakopffrakturen ergibt sich aus der Anamnese sowie dem klinischen, röntgenologischen und arthroskopischen Befund. Im Vordergrund stehen in der Regel die Deformierung, das Hämarthros sowie die Weichteilschädigung. Das klinische Beschwerdebild kann vom Kapseldehnungsschmerz des Hämarthros geprägt sein, der jedoch nicht immer vorhanden ist. Die Ergussbeschaffenheit, im Sinne eines „Hämarthros mit Fettaugen“, gilt zwar als typisches Indiz für eine osteochondrale Verletzung, lässt aber naturgemäß keine eindeutigen topographischen Rückschlüsse zu (HAUPT und DUSPIVA 1987).

Ein sehr wichtiges Diagnoseverfahren stellen die Röntgenaufnahmen dar. Die so genannten Standardröntgenaufnahmen (a.p.-seitlich) ergeben im Allgemeinen einen Befundüberblick. Als weitere gängige Aufnahmetechniken haben sich Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen (im a.p.-Strahlengang nach „Krömer“), die Schrägaufnahme des Kniegelenks in 45° Innen- und Außenrotation sowie die Tomographie bewährt (SCHAUWECKER und WELLER 1970; HENKEMEYER et al. 1972; DUSTMANN und SCHULITZ 1973; VITTALI 1974; SARVESTANI 1975; BIRKNER und PERSCH 1976; ELSTROM et al. 1976; PÄSSLER und WAGENMANN 1976; MUGGLER et al. 1978; BETZ et al. 1989).

Die Tomographie ist heute durch die Computertomographie (CT) insbesondere das Spiral-CT weitgehend abgelöst, da mit dieser neuen Technik der dreidimensionalen Rekonstruktion, die Diagnostik deutlich verbessert werden konnte.

Die Magnetresonanztomographie (MRT) ist in der Knochenbeurteilung relativ eingeschränkt anwendbar, erweist sich jedoch bei kleinen Frakturen, Fissuren, subchondrale Blutungen („Bone Bruises“) und bei Begleitverletzungen wie Kapsel-Band-Verletzungen als diagnostisch sehr wertvoll besonders durch die so genannte Fettunterdrückungsmethode.

Die Sonographie ist insgesamt von geringer Bedeutung für die Frakturdiagnostik. Allerdings ist die Doppler-Sonographie in dringenden Fällen wie beispielsweise zur Beurteilung der Gefäßsituation hilfreich (MUHR und NEUMANN 1990).

Andere diagnostische Verfahren wie Arthrographie und Szintigraphie sind bei Tibiakopffrakturen nicht relevant.

Hinsichtlich der Befunderhebung ist neben dem lokalen Befund vor allem auch die Untersuchung der Peripherie von besonderer Bedeutung. Hierbei muss sowohl die Funktion des Nervus peroneus als auch die periphere Zirkulation überprüft werden. Bei einer gestörten Durchblutung ist es wichtig, eine schnelle Differenzialdiagnose zwischen Gefäßverletzung und Kompartment-Syndrom vorzunehmen (TSCHERNE et al. 1984). Ferner ist die Berücksichtigung und Beurteilung des Weichteilschadens sowohl für den Operationszeitpunkt und die Art der Osteosynthese als auch für den Zugangsweg sowie insgesamt für die Prognose der Tibiakopffraktur von entscheidender Bedeutung (HERTEL 1997).

Nach wie vor problematisch ist immer noch die umfassende Diagnose der Begleitverletzungen, die sich röntgenologisch nicht darstellen lassen. RÜTER und BURRI (1975) empfehlen daher beispielsweise die Prüfung des Kapsel-Band-Apparates nach Abschluss der Osteosynthese und vor Verschluss der Weichteile. Zur Beurteilung und Behandlung von Begleitverletzungen wie z.B. Bänder- und Meniskusverletzungen ist die Arthroskopie sehr hilfreich und gewinnt zunehmend an Bedeutung. Sie bewährte sich auch bei der Beurteilung von alten Brüchen sowie Folgezuständen nach operativ und konservativ behandelten Tibiakopffrakturen. Gemäß MUGGLER et al. (1978) können bei konservativer Therapie, Begleitverletzungen wie Meniskusschäden sekundär durch Arthroskopie diagnostiziert werden. HAUPT et al. (1987) konnte in seinen arthroskopischen Untersuchungen vier, vorher wegen unklarem Hämarthros radiologisch nicht diagnostizierte Tibiakopffrakturen feststellen. WRUHS (1976) hingegen, lehnt die Arthroskopie bei frischen Frakturen, wegen des vorliegenden Hämarthros als Sichtbehinderung ab. Insgesamt besteht weitgehend Einigkeit darüber, dass die diagnostische Arthroskopie zwar nicht für sämtliche Tibiakopffrakturen geeignet ist, jedoch insbesondere bei der Beurteilung von Kniebinnenschäden eine diagnostisch sehr hilfreiche Maßnahme darstellt (ANDERSON 1976; RÜTER et al. 1978; HEMPFLING 1995).

## 2.8 Behandlungsverfahren

Die Entscheidung über konservatives oder operatives Vorgehen ergibt sich neben dem Allgemeinzustand des Patienten, möglichen Nebenverletzungen und Weichteilverhältnissen vor allem aus dem Frakturtyp.

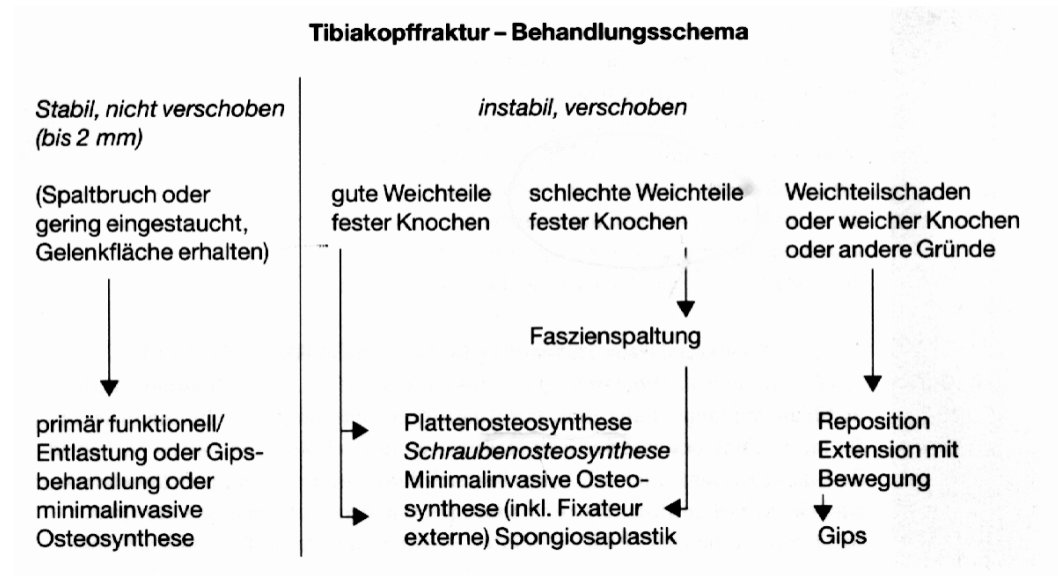


Abb. 6 Behandlungsschema nach Hertel (Unfallchirurg 7, 511,1997.)

### 2.8.1 Ziel der Behandlung

Als Behandlungsziel der Tibiakopffraktur wird ein schmerzfreies, voll belastbares und gut bewegliches, also ein insgesamt stabiles Knie ohne Achsenfehler und mit weitgehend rekonstruierten Gelenkkomponenten angestrebt. Ein weiteres wichtiges Kriterium hinsichtlich eines guten funktionellen Ergebnisses, stellt die volle Streckfähigkeit und die seitliche Stabilität des Kniegelenkes dar. So forderte beispielsweise bereits BÖHLER (1965), dass das Behandlungsziel eines Schienbeinkopffraktur ein gerades Bein und ein standfestes Knie mit einer maximal schmerzfreien Beweglichkeit bei voller Streckung sein muss.

Konkrete Zielsetzungen für alle intraartikulären Tibiakopffrakturen des Typs B und C, die in dieser Arbeit zuvor schon dargestellt wurden, werden von der

Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (AO) folgendermaßen definiert (MÜLLER M.E. et al. 1989):

- Rekonstruktion der Gelenkkongruenz,
- Wiederherstellung der korrekten Achsen zwischen Plateau und Schaft,
- Abstützung der reponierten Fragmente durch Unterfütterung mit Spongiosa sowie durch eine geeignete Osteosynthese,
- Versorgung von Begleitverletzungen speziell an Menisken und Bandapparat.

Um sämtliche genannten therapeutischen Ziele zu erreichen, hat sich bei den entsprechenden Frakturtypen die operative Therapie in den vergangenen Jahren zunehmend in den Vordergrund gestellt. Laut MÜLLER und THELEN (1976), werden die Behandlungsziele am ehesten nach offener anatomischer Reposition der Gelenkfläche erreichbar, zumal begleitende Kniegelenkverletzungen sofort versorgt und bei stabiler Osteosynthese, eine frühe funktionelle Behandlung einsetzen kann. - Allerdings ist oftmals eine sofortige Behandlung von Begleitverletzungen aufgrund des Frakturausmaßes nicht möglich.

## 2.8.2 Konservative Therapie

Bis in die 60er Jahre, erfolgte die Behandlung der Tibiakopffrakturen konservativ. Das operative Vorgehen wurde damals vor allem durch die hohe Infektionsrate und die häufigen Sekundär-Dislokationen kompliziert (TRALLES et al. 1990). Inzwischen rückten die operativen Therapieformen immer weiter in den Vordergrund. Dennoch gibt es verschiedene Kriterien, die eine konservative Therapie auch heutzutage nach wie vor rechtfertigen oder sogar notwendig machen.

Nicht-dislozierte Gelenkfrakturen mit stabiler Bandführung des Kniegelenkes stellen eine geeignete Indikation zur konservativen Behandlung dar. Diese undislozierten Spaltbrüche erlauben sogar ohne weitere Maßnahmen, die sofortige funktionelle Behandlung auf der Motorschiene (BETZ et al. 1989).

Kleine Impressionsbrüche - wobei manche Autoren die Höchstgrenze für Imprimat bei bis zu 2 mm (HERTEL 1997), manche bis zu 4 mm (MUHR und

NEUMANN 1990) und wiederum andere Autoren sogar bis zu 5 mm (DUSTMANN und SCHULITZ 1973) annehmen - können durchaus konservativ behandelt werden. Die konservative Behandlung wird dadurch gerechtfertigt, dass die kondylentragenden Oberflächen durch die Menisken vergrößert werden d.h., beide Menisken zusammen bedecken mehr als 50 % der Schienbeinkopf-gelenkfläche; also werden Oberflächeninkongruenzen durch die intakten Menisken weitgehend ausgeglichen (MUHR und NEUMANN 1990).

Manche Autoren halten ein konservatives Vorgehen prinzipiell bei ungünstigen Weichteilverhältnissen oder bei reduziertem Allgemeinzustand des Patienten für indiziert (ALLGÖWER 1971; MUHR und BÜTTNER 1974; COURVOISIER 1975; SPIER und RÜTER 1975; RÜEDI 1976; MÜLLER et al. 1977). Die Behandlung verläuft in diesen Fällen so, dass eine Reposition durchgeführt, eine Fersenbeindrahtextension angelegt und durch eine dorsale Oberschenkelgipslonguette gesichert wird. Nach Abschwellung erfolgt schon relativ früh die funktionelle Übungstherapie auf der Bewegungsschiene – allerdings eine Entlastung bis zu 12 Wochen. Wenn allgemeine Kontraindikationen gegen eine Operation bestehen, müssen auch dislozierte bzw. instabile Tibiakopf-frakturen funktionell-konservativ behandelt werden, wobei eine „Minimalosteosynthese“ mit transkutanen Drähten oder Schrauben möglich ist (HERTEL 1997).

Das Alter des Patienten ist für einige Autoren wie z.B. DUSTMANN und SCHULITZ (1973); TITZE (1976); SPRING et al. (1976); TSCHERNE et al. (1984) oder TRALLES et al. (1990) von ausschlaggebender Bedeutung für die Indikationsstellung zur konservativen Therapie. Beispielhaft zeigen die Nachuntersuchungsergebnisse von TRALLES et al. (1990), dass bei sämtlichen Patienten, die älter als 60 Jahre alt waren, sowohl die gering dislozierten Depressionsfrakturen als auch die Trümmerfrakturen in der Regel primär-konservativ behandelt wurden. Begründet wird dieses Vorgehen damit, dass bei älteren Patienten der Spaltbruch zwar häufig stabil, jedoch mit einer geringen Depression verbunden ist und diese freilich zu einer kosmetisch auffälligen, mechanisch aber irrelevanten Achsverschiebung führt. Da die Gelenkfunktion hierbei nahezu nicht beeinträchtigt wird und praktisch eine unbehinderte Kniegelenkfunktion

gewährleistet ist, besteht kein Grund für ein den Patienten weitaus mehr belastendes operatives Vorgehen (MUHR und NEUMANN 1990).

DUSTMANN und SCHULITZ (1973) und BALTESWEILER (1976) empfehlen explizit eine konservative Therapie bei Trümmerfrakturen, da gerade in diesen Fällen bei der Osteosynthese oft keine Übungsstabilität erreicht wird, so dass sie durch äußere Schienung ohnehin konservativ ruhig gestellt werden müssen. Im Weiteren ist zu bedenken, dass auch durch Osteosynthese meist keine stufenlose Gelenkfläche herzustellen ist, und auch hier eine früh-funktionelle Therapie vorteilhaft ist und zur Anwendung kommen sollte (COURVOISIER 1975; DUSTMANN und SCHULITZ 1975; TITZE 1976; BIMLER 1978). LINKE (1972) hingegen behauptet, dass bei Trümmerfrakturen eine konservative Behandlung insgesamt aussichtslos sei und zu schlechteren Ergebnissen führe.

Bezüglich der extraartikulären Mehrfragment- und Trümmerbrüche (Typ A3) kommt BETZ et al. (1989) zu dem Ergebnis, dass eine konservative Therapie trotz des erhöhten Behandlungsaufwandes, in diesen Fällen vorteilhaft sei.

Unabhängig von den verschiedenen Bruchformen sind bei konservativer Behandlung eine systematische Antikoagulation sowie die Punktion des Hämarthros grundsätzlich notwendig, um eine Kapselatonie und einen Knorpelschaden zu verhindern (SCHULITZ 1970; SPIER und BURRI 1975; KIRSCHNER 1976; HOLZ et al. 1985). Als weitere Maßnahme ist die begleitende Physiotherapie unverzichtbar.

Heute nehmen die zurückhaltenden Therapien in Kombination mit den minimal-invasiven Verfahren wie z.B. der arthroskopischen Behandlung von Frakturen und Begleitverletzungen, wieder einen breiteren Raum ein. Neben der exakten Analyse des Bruchtyps und der Berücksichtigung des Allgemeinzustandes des Patienten als Voraussetzung für die konservative Behandlung, stehen hier eine frühe Mobilisierung, möglichst mit der Bewegungsschiene, im Vordergrund.



### 2.8.3 Operative Therapie

Im Bereich des Tibiakopfes wird ein Großteil der Frakturen heute operativ versorgt. Hierfür kommen sowohl viele unverschobene Spaltbrüche als auch alle dislozierten Frakturen in Frage. Durch einfache Maßnahmen gelingt es, eine exakte anatomische Rekonstruktion zu erzielen und eine frühfunktionelle Behandlung anzuschließen.

Das Prinzip der operativen Therapie besteht darin, bei eingedrückten Gelenkflächen durch Unterfütterung und Ausfüllung der bestehenden Defekte mit autologer (oder homologer) Spongiosa, die Wiederherstellung des Gelenkflächen-niveaus zu erreichen. Es folgt die Stabilisierung der Fraktur durch Schrauben und eine abstützende Platte sowie die Behandlung eventueller Begleitverletzungen.

Aus der Literatur geht hervor, dass viele Autoren eine strenge Indikationsstellung für den operativen Eingriff fordern. (HOHL 1967; SCHAUWECKER und WELLER 1970; SARVESTANI 1975; SPIER und BURRI 1975; RÜEDI 1976; REHN 1977; SPIER und MUGGLER 1977; MUGGLER et al. 1978; TSCHERNE et al. 1984; HOLZ et al. 1985; MUTSCHLER 1990).

Die Indikation zur Operation wird aufgrund des klinischen Bildes, des Röntgenbefundes und der Weichteilverhältnisse gestellt (MÜLLER M.E. et al. 1992; HERTEL 1997). Die von der AO entwickelten Implantate und Operationstechniken bilden die Grundlage der modernen operativen Frakturbehandlung (BURRI und MUTSCHLER 1982). Durch eine gewebeschonende Operationstechnik soll die Blutversorgung in den Knochenfragmenten und Weichteilen möglichst nicht gestört werden. Eine stabile Osteosynthese, mit der Möglichkeit einer frühzeitigen aktiven Bewegungstherapie, ist anzustreben.

### 2.8.3.1 Operationszeitpunkt

In der Literatur werden unterschiedliche Meinungen über den Operationszeitpunkt angegeben. Während DUSTMANN und SCHULITZ (1975); BIMLER (1978) und MUGGLER et al. (1978) grundsätzlich eine sofortige Operation der Tibiakopffrakturen empfohlen, wurde von anderen Autoren (WAGNER und JACOB 1986; BETZ et al. 1989) eine Verschiebung der operativen Versorgung der Tibiakopffrakturen um einige Tage als günstiger angesehen. Sie wiesen in ihren Arbeiten darauf hin, dass die postoperativen Komplikationen, wie Infektion und Wundheilungsstörungen, nach der sofortigen und Frühversorgung gegenüber der verzögerten Versorgung deutlich höher sind.

Im Allgemeinen sind innerhalb der ersten 6 Stunden nach dem Unfall die günstigsten lokalen Voraussetzung vorhanden, ansonsten muss individuell differenziert werden. Gemäß HERTEL (1997), ist die Versorgung innerhalb der ersten Woche als günstigster Zeitraum anzusehen. Ausnahmen sind natürlich Polytraumen, schwere lokale Weichteilschäden oder Kompartmentsyndrom und Gefäßschäden.

### 2.8.3.2 Operative Zugangswege

Die genaue Planung des Zugangs ist zur optimalen Reposition und Fixierung aller Fragmente notwendig. Grundsätzlich sind Hautschnitt und Zugang abhängig von einer genauen präoperativen röntgenologischen Diagnostik sowie der gewählten Operationsmethode. Am häufigsten kommt dabei ein Zugang in Betracht, der bei guter Übersicht, ein relativ geringes Weichteiltrauma gewährleistet (SCHAUWECKER und WELLER 1970). TSCHERNE et al. (1984) erwähnt, dass der richtige und risikoarme Zugang der Schlüssel für ein erfolgreiches operatives Vorgehen ist.

Nachfolgend werden verschiedene Zugänge sowie deren Vor- und Nachteile diskutiert:

Bis vor einigen Jahren wurden bogenförmige Inzisionen bei den monokondylären (SPIER und BURRI 1975) oder Y-förmige Zugänge für die bikondylären Frakturen am Tibiakopf (MÜLLER et al. 1977; MUGGLER et al. 1978) empfohlen. Diese Schnittführungen finden jedoch, wegen der hohen Rate von Hautnekrosen, inzwischen keine Anwendung mehr (WAGNER und JACOB 1986). Vielmehr werden heutzutage, hauptsächlich wegen deren exzellenten Übersicht, bei monokondylären Frakturen in aller Regel längsverlaufende, parapatellare Schnittführungen angewendet - wodurch vor allem Wundnekrosen vermieden werden (RÜTER et al. 1995).

Die antero-laterale Standardinzision ist für die meist betroffenen lateralen Tibiakopffrakturen geeignet. Sie beginnt ca. 3 cm oberhalb des proximalen Patellapols, verläuft einen Querfinger parapatellar zwischen Tuberculum Gerdy und Tuberositas tibiae in Richtung auf die vordere Tibiakante, bleibt aber leicht lateral davon. Zur Darstellung des betroffenen medialen Kompartments, das seltener betroffen ist, wird eine separate Hautinzision medial verwendet (RÜTER et al. 1995).

TSCHERNE et al. (1984) empfiehlt bei bikondylären Frakturen einen vorderen Längsschnitt. Inzwischen werden jedoch bei bikondylären Frakturen, bei denen beide Plateaus angegangen werden, der laterale Zugang durch eine kleine gerade mediale Inzision unter Beachtung einer genügend breiten Hautbrücke von ca. 10 cm ergänzt.

Für die Versorgung des hinteren Anteils des Tibiakopfes, wurden zwei spezielle posteriore (posteromedial und posterolateral) Zugänge empfohlen (LOBENHOFFER et al. 1997). Bei medialen Luxationsfrakturen wird vor allem der posteromediale Zugang angewendet. Die posteromediale Hautinzision und Längsspaltung der Kapsel-Band-Strukturen zwischen Innenband und hinterem Schrägband erlaubt die Darstellung der Fragmentspitze extraartikulär und bietet die Voraussetzung für eine Reposition und Fixation von dorsal. Der posterolaterale transfibuläre Zugang wird hingegen bei posterolateraler Depressionen des Tibiaplateaus gewählt (LOBENHOFFER et al. 1997).

### 2.8.3.3 Osteosyntheseverfahren

Die Stabilisierung der Tibiakopffrakturen erfolgt je nach Frakturtyp und Ausmaß der Verletzung durch verschiedenes Osteosynthesematerial. Reposition und Stabilisierung werden nach den Richtlinien der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (MÜLLER et al. 1989) durchgeführt. Bei den Osteosyntheseverfahren wird allgemein empfohlen, die dislozierten Fragmente erst offen zu reponieren und mit Kirschner-Drähten in leichter Überkorrektur zu fixieren. Danach erfolgt die definitive Osteosynthese (SCHAUWECKER und WELLER 1970; RÜEDI 1976).

Die isolierten Spaltfrakturen werden nach Reposition mit zwei Spongiosaschrauben mit Unterlegscheiben fixiert. Bei älteren und übergewichtigen Patienten ist die alleinige Schraubenfixation unzureichend, deshalb ist eine Abstützplatte angezeigt (SPIER und BURRI 1975).

Impressionsfrakturen des lateralen und dorsalen Tibiaplateaus sind schwer zugänglich. Die Gelenkfläche wird durch Anlage eines Kortikalisfensters von distal gehoben und der resultierende Knochendefekt wird mit autologer Spongiosa aufgefüllt und mit Spongiosaschrauben mit Unterlegscheiben fixiert. Ein sekundäres Absinken des gehobenen Gelenkfragmentes wird durch direkt unter das Imprimat horizontal eingebrachte Schrauben verhindert (BETZ et al. 1989).

Bei kombinierten Spalt-Impressionsfrakturen ist die Anlage eines Kortikalisfensters unnötig, da die Hebung der imprimierten Fragmente durch den Hauptfragmentspalt erfolgen kann. Nach Anhebung der Gelenkfläche und provisorischer Fixation, erfolgt dann die Unterfütterung der angehobenen Gelenkfläche mit Spongiosa. Anschließend wird eine T- oder L-Abstützplatte angebracht.

Die Rekonstruktion der bikondylären Frakturen verlangt eine sorgfältige Abstützung. Die Reposition der großen Fragmente erfolgt mit Hilfe einer Beckenrepositionszange oder einem Distraktor. Die Retention erfolgt über Kirschner-Drähte, die parallel zur Gelenkfläche von medial und lateral eingebracht werden. Beide Kondylen sollten annähernd gleich hoch liegen und einen normalen Abstand zum

Femurkondylus haben. Bei korrekter Rekonstruktion werden Kirschner-Drähte schrittweise durch Schrauben ersetzt und gleichzeitig mit einer T- oder L-Platte abgestützt. Bei bikondylären Trümmerfrakturen sollte laut HERTEL (1997), auch die weniger stark betroffene Gegenseite durch osteosynthetische Verfahren abgestützt werden.

Die Trümmerfrakturen mit begleitendem Weichteilschaden können durch eine gelenkübergreifende Stabilisierung mit Fixateur externe behandelt werden. Diese Frakturen werden durch eine perkutane Minimal-Osteosynthese mit Kirschner-Drähten, die die Gelenkfläche einigermaßen adaptieren, fixiert und mit sogenannten Hybrid-Fixateuren versorgt (STAMER und SCHENK 1994; RASCHKE 1996). Hierbei handelt es sich um einen mit Kirschner-Drähten gespannten Ringfixateur für die Gelenkfragmente, wobei die metaphysäre Trümmerzone und Kopplung des gelenknahen Rings mit einem herkömmlichen Fixateur-System, das am intakten Tibiaschaft verankert ist, überbrückt wird.

Bei der Behandlung offener Frakturen wird ein Debridement und ein Fixateur externer mit Kombination einer minimalen Osteosynthese zur Adaptation größerer Gelenkfragmente empfohlen (ROESGEN et al. 1989).

#### 2.8.3.4 Minimal-invasive Operationsverfahren

Die Technik der minimal-invasiven Osteosynthese hat sich in der Unfall- und Wiederherstellungschirurgie zunehmend durchgesetzt. Grund dafür ist einerseits die immer noch relativ hohe Komplikationsrate bei der operativen Therapie von Tibiakopffrakturen (LOBENHOFFER 1996) sowie andererseits die Fortentwicklung der Arthroskopie in Diagnostik und Therapie. (CASPARI 1985; MOORE und PATZAKIS 1987; FOWBLE und ZIMMER 1993; ITOKAZU und MATSUNAGA 1993).

TROUILLIER (1995) beschreibt, dass die Arthroskopie prinzipiell bei allen Frakturen mit Gelenkbeteiligung und ggf. auch zur Sanierung von Begleitverletzungen wie z.B. Meniskusverletzungen, in Frage kommt.

JENNINGS et al. (1985) sieht bei nahezu allen Tibiakopffrakturen die Indikation zur arthroskopisch kontrollierten Osteosynthese. - Einschränkend sollte jedoch berücksichtigt werden, dass nur gewisse Frakturen der arthroskopischen Reposition und inneren Fixierung gut und mit Erfolg zugänglich sind, vor allem bei Typ B1- und B2-Frakturen nach AO-Klassifikation (BETZ et al. 1993; WALLENBÖCK und LEDINSKI 1993).

Mit minimal-invasiven Operationsverfahren können Spaltbrüche mit längeren kraniokaudalen Fragmenten, kleinen Impressionszonen im mittleren und hinteren Gelenkabschnitt sowie Eminentiafrakturen versorgt werden (HERTEL 1997). Bei solchen Osteosyntheseverfahren sind Bildverstärkerkontrollen obligat, damit die Hebung der Imprime genauer beurteilt werden können.

Die arthroskopisch kontrollierte Reposition erfolgt bei Spaltbrüchen durch externe Manipulation der Fragmente. Bei Impressionsbrüchen wird mittels eines arthroskopischen Zielgeräts ein Bohrdraht in Richtung auf das Imprimat angelegt. Das Gelenkfragment wird dann durch ein Kortikalisfenster parallel zum Bohrdraht mit einem Stößel angehoben und anschließend durch autologe oder homologe Spongiosachips unterfüttert. Danach wird unter Bildverstärkerkontrolle transkutan verschraubt.

Bikondyläre Frakturen sowie ausgedehnte Impressions- bzw. Spalt- und Impressionsfrakturen sind für dieses Verfahren nicht geeignet (DICKOB und MOMMSEN 1994). Es besteht die Gefahr einer Weichteilinfiltration mit Kompartmentsyndrom, wenn durch den blutigen Gelenkerguss und die offene Verbindung zu den periartikulären Weichteilen, erhebliche Spülmengen benötigt werden (TROUILLIER et al. 1995; HERTEL 1997).

Generell können arthroskopische Verfahren weder die herkömmliche offene Frakturversorgung noch das konservative Vorgehen ersetzen, sie sind jedoch eine große Bereicherung für die Behandlung bestimmter Frakturtypen (CASPARI 1985; LOBENHOFFER et al. 1996; HERTEL 1997).

## 2.9 Spongiosaplastik

Seit Jahrzehnten werden Knochentransplantate zum Auffüllen von Knochendefekten mit gutem Ergebnis verwendet.

Die Transplantate sind autolog, homolog oder heterolog. Um die Mitte des 19. Jahrhunderts wurden von OLLIER (1867) bereits erste systematische Studien über die Transplantation von Knochengewebe durchgeführt. Bei der experimentellen Verpflanzung von Knochengewebe in die Weichteile beobachtete er zunächst die Resorption und nachfolgend die Regenerierung des Knochens aus Periost und Mark. Gleichzeitig zeigte sich, dass vitaler Knochen vom Knochenbett aus regeneriert werden konnte (zit. nach SCHMIDT 1989). Ferner konnte LEXER (1922) bei einem Schlotterknie durch Einmeißeln von keilförmigen Knochenstücken erstmalig die laterale Gelenkfläche des Tibiakopfes anheben, um so bei Belastung ein Genu valgum zu verhindern (zit. nach SCHMIDT 1989). Nach jahrelangen Studien über Pseudarthrosenbehandlung führte MATTI schließlich 1932 den Begriff der Spongiosatransplantation ein und stellte fest, dass autologes Knochenmaterial allen anderen Materialien überlegen sei. Heterologer Span sei nicht geeignet, da er über eine bindegewebige Einscheidung eingebaut würde, homologer Span der zwar eine gleichwertige Alternative zum autologen Span darstelle, bedarf wegen der Umbauvorgänge jedoch einer längeren Einheilungszeit (RÜTER und BURRI 1975).

Grundlage für das ungestörte Einheilen des Transplantates ist neben ausreichender Durchblutung des Transplantates vor allem die mechanische Geweberuhe im Transplantatbett (SAUER et al. 1978). - Die modernen, stabilen Osteosyntheseverfahren haben in vieler Hinsicht die Indikation zur Knochentransplantation erweitert.

Die biologische Wertigkeit, insbesondere der autologen Spongiosa, ist seit den Arbeiten von MATTI bekannt und hat mit der stabilen inneren Schienung des Knochens durch Osteosynthese ständig an Bedeutung gewonnen. So wurde beispielsweise die Verwendung autologer Spongiosaplastik zur Rekonstruktion

großer traumatischer Knochendefekte und die Transplantation von Spongiosa in ein infiziertes Lager von ALLGÖWER beschrieben (zit. nach SCHMIDT 1989).

Die Verwendung homologer Spongiosaplastik ist indiziert, wenn autologe Spongiosa nicht oder nicht in ausreichender Menge gewonnen werden kann. Wegen der potentiellen Risiken durch immunologische Reaktionen sowie einer HIV-Infektion, ist die Anwendungssicherheit der homologen Spongiosaplastik, die im Prinzip der autologen annähernd gleichwertig ist, zur Zeit nicht abschließend beurteilbar.

In den 70er und 80er Jahre haben sich viele Autoren mit Knochentransplantation beschäftigt (SCHWEIBERER 1971 und 1982; BURRI und WOLTER 1977; LINTNER et al. 1977; SAUER et al. 1978; HAGEMANN und MEEDER 1981; BÖRNER 1985). Bei den o.g. Autoren bestand kein Zweifel, dass die autologe Spongiosaplastik auf Grund ihrer hohen osteogenetischen Potenz und raschen Revaskularisation mit anschließender Heilung, die Methode der Wahl zur Stabilisierung einer Knochenverletzung und Sanierung eines Knochendefektes ist.

Grundsätzlich muss bei der Wahl der Entnahmestelle die voraussichtlich benötigte Transplantatmenge sowie das Operationsziel Berücksichtigung finden. Die Bedeutung des Entnahmeortes für die Einbaurate autologer Spongiosa wurde durch eine Reihe von Untersuchungen erläutert (WILLEBRAND und HÖHLE 1969; SCHWEIBERER et al. 1982; MILACHOWSKI et al. 1983): Bei der Spongiosaentnahme wird im allgemeinen der vordere Beckenkamm und die Beckenschaufel bevorzugt, gleichermaßen kann jedoch Material aus dem Trochanter major verwendet werden. Deutlich seltener wird hingegen Spongiosa aus Olecranon und Radius verwendet.

Der Wert der autologen Spongiosaplastik ist heute nicht mehr umstritten. Ein potentiell belastender Faktor liegt jedoch in dem Entnahmeeingriff, der wie jeder andere operative Eingriff auch, mit möglichen Komplikationen verbunden sein kann. Lokale Komplikationen an der Entnahmestelle sind z.B. Hautnervenverletzungen, Nachblutungen und Wundinfektionen. Manchmal haben die Patienten



während der frühpostoperativen Phase mehr Schmerzen an der Spongiosaentnahmestelle als an der Hauptoperationsstelle (GERNGROSS et al. 1982). Die Entnahme aus dem Bereich der Hauptspannungslinie am Adamschen Bogen bzw. am Trochanter minor ist aus statischen Gründen, im Sinne der Frakturengefährdung, zu vermeiden. Hinsichtlich der Spanentnahme fand SAXER (1974) eine mit 21 % deutlich höhere Komplikationsrate nach Entnahme corticospongiöser Späne im Vergleich zur Entnahme reiner Spongiosa.

Als Alternative zur autologen und homologen Spongiosa bietet sich alloplastisches Knochenersatzmaterial an. Der Vorteil von alloplastischem Knochenersatzmaterial besteht vor allem darin, dass eine zusätzliche Operation vermieden werden kann. Der Nachteil des Materials ist dessen schwierige intraoperative Formanpassung an den Defekt. Grund dafür ist die hohe Materialsprödigkeit und die schlecht reproduzierbare Primärfixation der Keramik. In jüngster Zeit, wurden Knochendefekte mit einer Hydroxylapatitkeramik (Endobon) aufgefüllt. SAILER et al. (1999) zeigten in ihrer radiologischen Verlaufsbeobachtung, dass der Einsatz von Hydroxylapatitkeramik bei distalen Radiusfrakturen ein stadienhaftes, osteointegratives Einbauverhalten zur Folge hat. Ansatzbedingt erbringt ihre Studie jedoch keine klinische Wertigkeit. Ferner implantierten HELBER und ULRICH (2000) zwischen 1992 und 1995 bei Patienten mit metaphysären Knochendefekten ebenfalls „Endobon“. Ihre, allerdings kurzfristigen Nachuntersuchungsergebnisse, zeigten klinisch befriedigende Ergebnisse.

Prinzipiell befinden sich alle alloplastischen Knochenersatzmittel unterschiedlicher Herkunft noch in experimentellen Phasen. Das heißt, dass in den oben genannten Studien, wegen den noch fehlenden Langzeitergebnisse, weder eine Aussage über deren klinische Wertigkeit getroffen werden kann, noch dass zum jetzigen Zeitpunkt ein gültiger Indikationsalgorithmus angeboten werden kann.

Bei unseren Patienten wurde der eben genannte Knochendefekt ausschließlich mit autologer Spongiosa, die aus dem vorderen Beckenkamm entnommen wurde, unterfüttert. Es fanden zwei Methoden Anwendung:

Die Defekt- bzw. Impressionszone wurde mit reiner Spongiosa entweder direkt oder durch ein Kortikalisfenster unterfüttert und die Gelenkfläche wieder aufgebaut.

Als alternative Möglichkeit hat sich die Verwendung eines kortikospongiösen U-förmigen, bzw. keilförmigen Knochenspanns aus dem gleichseitigen Beckenkamm bewährt. Die Depressionszone kann flächenhaft mit dem Meißel angehoben und mit dem keilförmigen Span („Tortenspan“) durch Einstößelung unterfüttert werden.

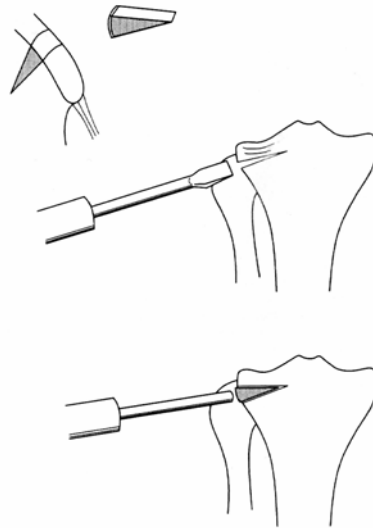


Abb. 7 Einsetzen eines keilförmigen Spanes („Tortenspan“) (Unfallchirurg 7, 513,1997.)

## 2.10 Nachbehandlung

Bis Ende der 60er Jahre wurde die Meinung vertreten, dass eine lange Ruhigstellung im Gipsverband die geeignetste Nachbehandlungsform der Tibiakopffrakturen darstellt (HULTEN 1929; ANDREESEN 1938; ENDER 1955). Später wurden immer wieder bessere Ergebnisse bei Gelenken festgestellt, die eine kürzere Phase der Ruhigstellung hatten (DUSTMANN und SCHULITZ 1973; GAUSEWITZ 1986). Allerdings ist die Voraussetzung für eine frühfunktionelle Behandlung eine übungsstabile Osteosynthese.

Inzwischen vertreten viele Autoren die Meinung, dass Tibiakopffrakturen frühfunktionell nachbehandelt werden sollten, um wieder eine optimale Beweglichkeit des Gelenkes zu erreichen (JÄGER et al. 1970; DUSTMANN 1973; RASMUSSEN 1973; MUGGLER et al. 1978; TSCHERNE et al. 1984; BETZ et al. 1989; MÜLLER M.E. et al. 1992). HASELHORST (1990) definiert die Ziele der frühfunktionellen Nachbehandlung einer operativ versorgten Tibiakopffraktur folgendermaßen:

- Erreichen der größtmöglichen Beweglichkeit des Kniegelenkes,
- Erarbeiten eines optimalen und ausgewogenen Kräfteverhältnisses der kniegelenkstabilisierenden Muskulatur,
- Erlangen eines physiologischen Gangbildes.

Durch die Frühmobilisierung des Gelenkes werden neben guten Ernährungsbedingungen für die Gelenkknorpel, verminderter Muskelschwund, eine frühe Wiederherstellung der Beweglichkeit und eine kurze Krankenhausverweildauer erreicht.

Die genannten Vorteile werden analog verschiedener Untersuchungsergebnisse durch minimal-invasive Osteosynthese zusätzlich noch verbessert (BETZ et al. 1989; FOWBLE und ZIMMER 1993; TROUILLIER et al. 1995; LOBENHOFFER et al. 1996).

Postoperativ steht die sofortige Einleitung einer passiven Bewegungstherapie auf der Motorschiene mit einem Bewegungsausmaß von 0-0-40 (60) Grad im Vordergrund. Das Bewegungsausmaß kann bei guter Wundheilung schnell auf 0-0-90 Grad erhöht werden. Die sofortige Bewegung mit der Motorschiene fördert eine gute kontinuierliche Resorption des Wundhämatoms und vermeidet Adhäsionen. Auch Patienten mit zusätzlichen instabilen Bandläsionen sollten täglich 2-3 Stunden mit der Bewegungsschiene üben.

Mit isometrischem Muskeltraining wird am ersten postoperativen Tag begonnen. Dies dient v.a. der Thromboseprophylaxe. Durch Training der Quadricepsmuskulatur können leichte Bänderinsuffizienzen kompensiert werden. Das aktive Muskeltraining zur Verbesserung der dynamischen Gelenkstabilisation ist ein

wesentlicher Bestandteil der Nachbehandlung und darf nicht vernachlässigt werden (BETZ et al. 1989).

Als hilfreich erweist sich auch die Eisapplikation zur Abschwellung und Schmerzlinderung mehrmals täglich.

Je nach Frakturtyp, Schmerz- und Allgemeinzustand des Patienten, sollte die Mobilisation etwa am dritten postoperativen Tag mit 10 kg Teilbelastung beginnen. Dabei muss das Bein unbedingt aufgesetzt und abgerollt werden, um die Drehbewegungen des Gelenks zu gewährleisten. Diese Nachbehandlung verhindert postoperative Adhäsionen der Gleitschichten sowie eine Kapselschrumpfung. Es muss jedoch darauf geachtet werden, dass die Stabilität hierbei nicht gefährdet wird.

Eine Vollbelastung der verletzten Extremität kann je nach Frakturtyp und Begleitverletzungen schrittweise in der Regel nach 8 bis 12 Wochen postoperativ erreicht werden. Dies ist jedoch eine individuelle Entscheidung und berücksichtigt regelmäßige, funktionelle und röntgenologische Kontrollen.

### 3.0 Spezieller Teil

#### 3.1 Material und Methodik

In der Zeit von 01.01.1991 bis 31.12.1996 wurden in der Unfallchirurgischen Abteilung des Martin-Luther-Krankenhauses in Berlin insgesamt 83 Patienten mit 85 Tibiakopffrakturen operativ versorgt. Diese Patienten verteilten sich auf die 6 Jahre wie folgt:

Tabelle 1: Verteilung der Patienten über den Erhebungszeitraum (n=83)

<b>Jahr</b>	<b>Anzahl der Patienten</b>	<b>%-Anteil</b>
1991	4	4,8
1992	12	14,4
1993	15	18,1
1994	11	13,3
1995	13	15,7
1996	28	33,7
Summe	83	100

Diese Arbeit ist auf operativ versorgte Tibiakopffrakturen begrenzt. Es wurde eine deskriptive Darstellung gewählt, die sich auf die Erforschung und Beschreibung des Untersuchungsobjektes „operative Versorgung von Tibiakopffrakturen“ konzentriert. Die Auswertung der für diesen Zweck erhobenen Daten erfolgt dabei auf uni- und bivariate Weise.

Da Repräsentativität kein Anspruch dieser Studie ist, handelt es sich bei den hier untersuchten Frakturen nicht um eine zufällig aus einer größeren Grundgesamtheit ausgewählten Stichprobe, sondern um die Beschreibung aller operativ versorgten Tibiakopffrakturen während des o.a. Untersuchungszeitraumes.

Variablen, die per Kreuztabelle oder Mittelwertvergleich ausgewertet und im Ergebnis beschrieben werden, werden daher auch nicht mittels der jeweiligen statistischen Verfahren auf signifikante Unterschiedsaussagen getestet.

Aufgrund dieses methodischen Designs, wurden die während des Untersuchungszeitraumes von 1991 bis 1996 ebenfalls in der Unfallchirurgischen Abteilung des Martin-Luther-Krankenhauses funktionell-konservativ behandelten Patienten und auch die während dieses Zeitraumes behandelten Tuberositas- bzw. Eminentiafrakturen nicht in diese Studie aufgenommen (Tuberositas- bzw. Eminentiafrakturen sind in Problematik und Prognose deutlich von den Tibiakopffrakturen zu differenzieren).

Die Ermittlung der Patientendaten erfolgte anhand der Krankengeschichten, aus Operationsbüchern, Operationsberichten, Ambulanzbüchern sowie den Röntgenbildern. Alle dabei verwendeten prä- und postoperativen Röntgenbilder wurden nach AO-Klassifikation (MÜLLER et al. 1989) - siehe „Allgemeiner Teil“ - ausgewertet.

Hinsichtlich der Geschlechtsverteilung wurden 43 Frauen und 40 Männer registriert.

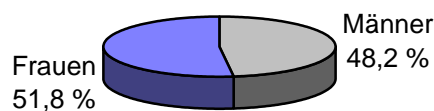


Abb.8: Geschlechterverteilung (n=83)

Die Angaben zum Alter der Patienten beziehen sich auf das Datum des jeweiligen Unfalls. Die Altersspanne reichte von 17 (die jüngste Patientin) bis 87 Jahre. Das Durchschnittsalter betrug 58,5 Jahre; wobei das der Frauen mit 60,1 Jahren deutlich höher liegt als das der Männer mit 43,9 Jahren (s. Abb. 9).

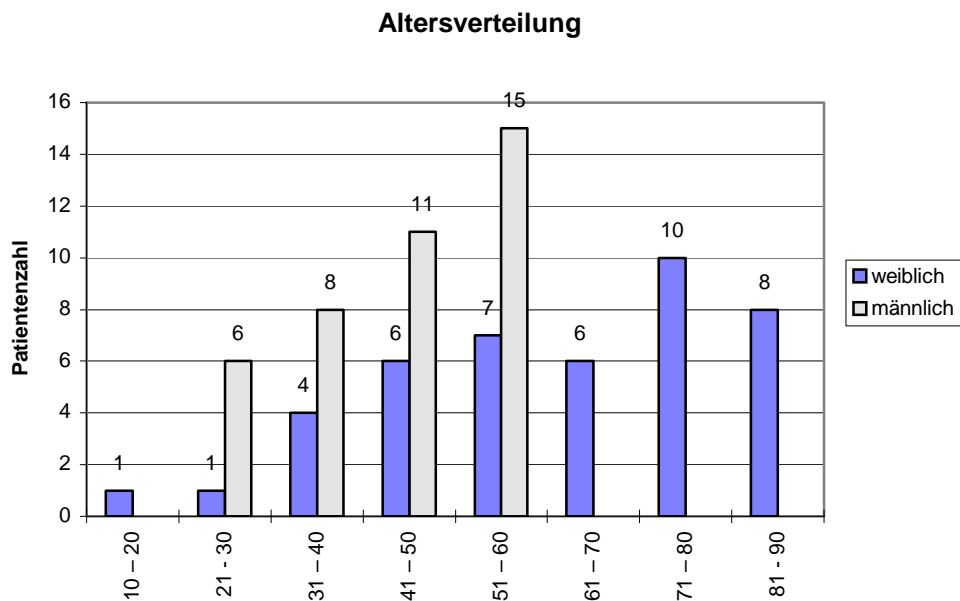


Abb. 9 : Altersverteilung in Abhängigkeit vom Geschlecht (n=83)

Auffallend ist, dass keine Männer über 60 Jahre enthalten sind, während sich die Frauen über das gesamte Altersspektrum verteilen, mit einer Konzentration auf den Altersbereich über 60 Jahre.

### 3.2 Ergebnisse der Nachuntersuchung

Von 83 Patienten mit insgesamt 85 Tibiakopffrakturen konnten 66 Patienten mit 68 Tibiakopffrakturen (79,5 %) klinisch und röntgenologisch nachuntersucht werden. Dies erfolgte durchschnittlich 3,8 Jahre - frühestens zwei, spätestens sieben Jahre - nach dem Unfall.

Sowohl in der Geschlechter- als auch in der Altersverteilung ergaben sich bei den nachuntersuchten Patienten nur geringfügige und inhaltlich unbedeutsame Unterschiede im Vergleich zu der Gesamtzahl der Patienten. Von den 66 nachuntersuchten Patienten, waren 33 (50 %) männlich und 33 (50 %) weiblich. Zum Unfallzeitpunkt waren die nachuntersuchten Patienten durchschnittlich 51,5 Jahre alt, die jüngste Patientin war 17 Jahre, die älteste Patientin 85 Jahre alt. Das Durchschnittsalter der Frauen lag bei 57,1 Jahren, das der Männer bei 45,0 Jahren.

Bei der Nachuntersuchung wurden nur die Patienten mit intraartikulären Tibiakopffrakturen nach AO-Klassifikation (Typ B und Typ C) berücksichtigt. Extraartikuläre Tibiakopffrakturen (Typ A2) fanden hier auf Grund der geringen Fallzahl ( $n = 1$ ) keine Berücksichtigung.

17 Patienten mit 20,5 % der Tibiakopffrakturen, konnten nicht nachuntersucht werden: 8 meist ältere Patienten waren der Einladung zu einer Nachuntersuchung nicht nachgekommen, bei 3 Patienten war der Aufenthaltsort nicht mehr feststellbar, 5 Patienten waren zu diesem Zeitpunkt verzogen bzw. verreist und eine Patientin war in der Zwischenzeit verstorben.

Mit einem standardisierten Fragebogen (siehe Anhang 3) nach FLANDRY et al. (1991) und durch ein persönliches Gespräch wurden die Beschwerden und die subjektive Beurteilung der Patienten dokumentiert. Die klinische Untersuchung der unteren Extremitäten erfolgte im Seitenvergleich. Nach einem standardisierten Schema konnte das Gangbild, die Funktion des Kniegelenkes, Achsdeformitäten, Bandstabilität und eine mögliche Muskelatrophie beurteilt werden (siehe Anhang 2). Zur Beurteilung der knöchernen Veränderung nahmen wir eine Röntgenuntersuchung am betroffenen Kniegelenk in 2 Ebenen vor (im Stehen sowie Patellaaxial). Eine beidseitige Untersuchung des Kniegelenkes wurde aus ökonomischen und gesundheitlichen Gründen (Strahlenbelastung) nicht durchgeführt. Manche Patienten lehnten grundsätzlich eine Röntgenuntersuchung ab.

### 3.2.1 Unfallursache und Häufigkeit

Bei knapp 40 Prozent wurde die Tibiakopffraktur durch einen Verkehrsunfall verursacht (bei 69,6 % der Männer und 30,4 % der Frauen). Bei weiteren 28,8 % (davon ca. 32 % Männer und rund 68 % Frauen) war ein Haushaltsunfall die Ursache, während die restlichen Frakturen in der Freizeit und hier insbesondere beim Sport verursacht wurden. Bei den Männern ist der Verkehrsunfall die häufigste Ursache, während bei den Frauen der Haushaltsunfall dominiert (vgl. Tab. 2). Zur Vollständigkeit sei erwähnt, dass bei 10 Patienten (15,1 %) die Verletzung als Arbeits- bzw. Arbeitswegeunfall registriert wurde. Allerdings fand dieser Aspekt im Verlauf dieser Studie keine spezielle Berücksichtigung.



Tabelle 2: Unfallhergang und Geschlechtsverteilung (n=66)

Unfallhergang	Männer		Frauen		Summe	
	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
VU-Zweirad	15	22,6	1	1,5	16	24,1
VU-Fußgänger	4	6,1	6	9,1	10	15,2
Haushalt	6	9,1	13	19,7	19	28,8
Sport	6	9,1	7	10,6	13	19,7
Freizeit	2	3,1	6	9,1	8	12,2
	33	50	33	50	66	100

VU= Verkehrsunfall

Die Häufigkeit der Frakturlokalisation zeigte, dass in 38 von 68 Fällen (55,9 %), die laterale Kondyle und in 7 Fällen (10,3 %) die mediale Kondyle beteiligt waren. In 23 Fällen (33,8 %) bestand eine bikondyläre Fraktur.

### 3.2.2 Verletzungsausmaß

Bei 44 Patienten (66,7 %) waren die Tibiakopffrakturen isoliert, 21 Patienten (31,8 %) zogen sich multiple Verletzungen zu und bei einem Patienten (1,5 %) lag ein Polytrauma vor.

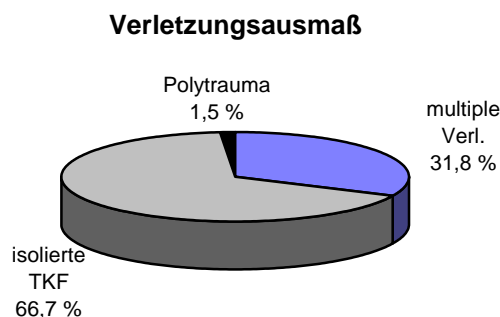


Abb. 10 : Verletzungsausmaß der nachuntersuchten Patienten (n=66)

### 3.2.3 Begleitverletzungen am verletzten Bein

Die össaren, ligamentären, neurovaskulären sowie anderen Verletzungen wie Meniskusläsionen wurden von Krankenakten und Operationsprotokollen, soweit sie dokumentiert worden waren, entnommen. Begleitverletzungen traten in 59 der insgesamt 68 Fälle auf und bezogen sich ausschließlich auf das verletzte Bein.

Tabelle 3: Begleitverletzungen (n=59)

<b>Verletzungen</b>	<b>Zahl</b>	<b>%</b>
Fibulaköpfchenfrakturen	20	29,4
Tibiaschaftfrakturen	5	7,4
obere Sprunggelenkfraktur	2	2,9
Femurfrakturen	1	1,5
<b>Meniskusläsionen</b>	<b>7</b>	<b>10,3</b>
- lateral	5	7,4
- medial	2	2,9
- beiderseits	0	0
<b>Kreuzbandrupturen</b>	<b>8</b>	<b>11,8</b>
- vordere	6	8,8
- hintere	2	2,9
<b>Seitenbandverletzungen</b>	<b>9</b>	<b>13,2</b>
- innen	8	11,8
- außen	0	0
- beiderseits	1	1,5
Peroneuspareesen (primär)	1	1,5
offene Frakturen	6	8,8

In Tabelle 3 sind die Begleitverletzungen erfasst worden, die sich in vier Fällen noch einmal in mehrere Untergruppen aufteilen. Die Fibulaköpfchenfrakturen sind mit 29,4 % die häufigste Begleitverletzung, gefolgt von Seitenbandverletzungen (13,2 %), Kreuzbandrupturen (11,8 %) und Meniskusläsionen (10,3 %).

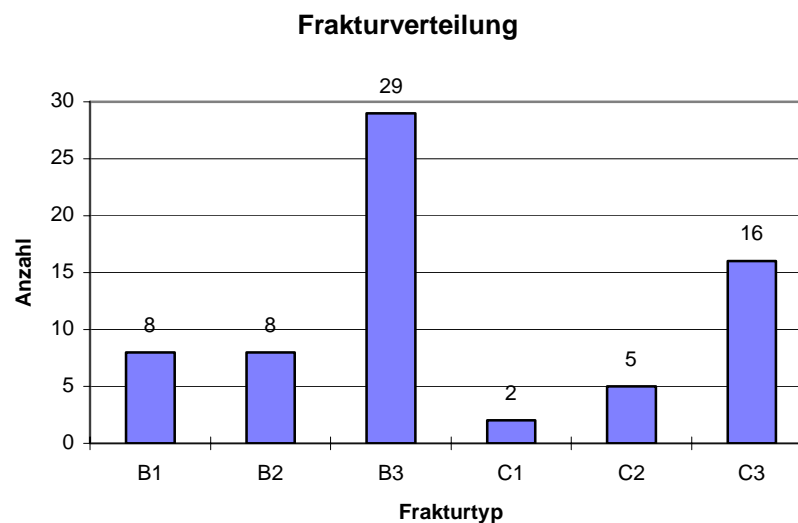
Eine Ausnahmestellung nehmen die Peroneuspareesen ein, die nur bei einem und damit bei 1,5 % der Patienten nachgewiesen werden konnte. Offene Frakturen kamen insgesamt sechsmal vor, fünfmal bei C3- und einmal bei C1-Frakturtypen.

### 3.2.4 Frakturverteilung nach AO-Klassifikation

Die Einteilung der Tibiakopffrakturen erfolgte nach der AO-Klassifikation (MÜLLER, M.E. et al. 1989):

A1: Extraartikulär	Abriss (Emminentiafraktur)
A2: Extraartikulär	einfache metaphysäre Bruchlinie
A3: Extraartikulär	metaphysärer Trümmerbruch
B1: Unikondylär	reiner Spaltbruch
B2: Unikondylär	reiner Impressionsbruch
B3: Unikondylär	Impressionsspaltbruch
C1: Bikondylär	einfacher bikondylärer Bruch
C2: Bikondylär	einfacher bikondylärer Bruch mit metaphysärem Trümmerbruch
C3: Bikondylär	bikondylärer Trümmerbruch mit Impression

Abb. 11: Frakturverteilung nach AO-Klassifikation (n=68)



Anhand obiger Darstellung (Abb. 11) wird offensichtlich, dass die unikondylären B3- und die bikondylären C3-Frakturtypen überdurchschnittlich vertreten sind und zusammen deutlich mehr als die Hälfte aller Frakturen darstellen.

45 (66,2 %) Tibiakopffrakturen wiesen eine unikondyläre Frakturform (Typ B) auf. Davon hatten 8 Patienten (11,8 %) Spaltbrüche ohne Impression (B1) weitere 8 Patienten (11,8 %) reine Impressionsbrüche (B2) und schließlich 29 Fälle (42,6 %) Tibiakopffrakturen mit Impressionsspaltbrüchen (B3). Bei 23 (33,8 %) Tibiakopffrakturen trat die bikondyläre Frakturform (Typ C) auf, wobei zweimal (2,9 %) ein einfacher Bruch mit Eminentiaerhalten (C1), fünfmal (7,4 %) ein einfacher Gelenkbruch mit extraartikulärer Trümmerzone ohne Impression (C2) und 16 mal (23,5 %) eine Trümmerfraktur mit Impressionszone (C3) auftraten.

### 3.2.5 Operationsverfahren und Osteosynthesematerial

Von 68 Tibiakopffrakturen wurden insgesamt 6 Frakturen (8,8 %) minimal-invasiv und die restlichen (91,2 %) mittels offener Operation versorgt.

Tabelle 4: Verteilung des Osteosynthesematerials zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (n=68)

<b>unikondyläre Frakturen</b>	<b>Zahl</b>	<b>%</b>
Schrauben	22	32,3
Platte ( T- und L-Platte)	25	36,7
Schrauben und Platte	8	11,8
primär Knie TEP	1	1,5
sekundär Knie TEP	1	1,5
Sekundär Schlittenprothese	1	1,5
<b>bikondyläre Frakturen</b>		
Platte und Schrauben	4	5,9
Platte und Platte	5	7,4
Schraube und Fixateur externe	1	1,5

Eine Patientin (1,5 %) erhielt primär wegen fortgeschrittener Arthrose im Kniegelenk sowie wegen starker Osteoporose eine totale Endoprothse (TEP) am verletzten Kniegelenk. Zwei weitere Patienten (3 %) erhielten zu einem späteren Zeitpunkt eine Knie-TEP, in einem Fall aufgrund des zunehmenden Einsinkens sowie Kondylennekrose des medialen Tibiaplateaus bei frühzeitiger Fehlbelastung. Weiterhin bekam eine Patientin wegen des erneuten Einbruchs des medialen Tibiaplateaus sowie ausgeprägter Varusfehlstellung bei vorzeitiger Vollbelastung eine Knieschlittenprothese.

Von den 68 nachuntersuchten Frakturen wurden 6 (8,8 %) minimal-invasiv operiert. Bei fünf Patienten (7,3 %) mit Gruppe-B-Frakturen (2 x B1, 2 x B2 und 1 x B3) erfolgte die Reposition unter arthroskopischer Kontrolle sowie unter Einsatz eines Bildwandlers und anschließender transkutaner Verschraubung. Bei einem Patienten (1,5 %) mit C2-Fraktur wurde die Reposition direkt unter Bildwandlerkontrolle durchgeführt und anschließend mit einer Kombination aus transkutanen Schrauben und Fixateur externe fixiert.

### 3.2.6 Spongiosaplastik

Bei 40 Tibiakopffrakturen (58,8 %) wurde zur Rekonstruktion der Gelenkfläche eine autologe Spongiosaplastik verwendet. In 24 Fällen (35,3 %) erfolgte die Unterfütterung mit reiner Spongiosa entweder direkt oder durch ein Kortikalisfenster. 16 Fälle (23,5 %) erhielten einen keilförmigen kortikospongiosen Knochenspan vom gleichseitigen Beckenkamm. Bei den restlichen 28 Frakturen (41,2 %) wurde zur Rekonstruktion der Gelenkfläche keine Spongiosa verwendet.

Wie die folgende Tabelle zeigt, war in 28 von insgesamt 37 Fällen mit Impressionsfrakturen (B2, B3) sowie in 10 von 16 Fällen mit Trümmerbrüchen (C3) eine Unterfütterung durch eine Spongiosaplastik erforderlich.

Weiterhin wurde bei 2,5 % der B1- und 2,5 % der C2-Frakturtypen zur Ausfüllung des Knochendefektes eine Spongiosaplastik notwendig.

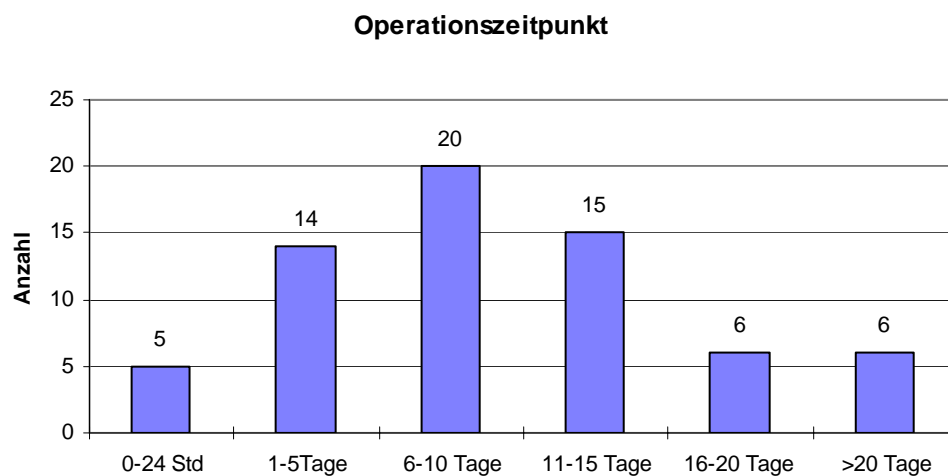
Tabelle 5: Spongiosaplastik in Abhängigkeit vom Frakturtypus (n= 40)

Frakturtypen	Spongiosaplastik				Summe %	
	reine Spongiosa %		keilförmige Spongiosa %			
B1	1	2,5	0	0	1	2,5
B2	5	12,5	1	2,5	6	15,0
B3	12	30,0	10	25,0	22	55,0
C1	0	0	0	0	0	0
C2	1	2,5	0	0	1	2,5
C3	5	12,5	5	12,5	10	25,0

### 3.2.7 Operationszeitpunkt

Von den 66 nachuntersuchten Patienten wurden fünf (7,6 %) innerhalb der ersten 24 Stunden operiert. Bei den übrigen 61 Patienten (92,4 %) handelt es sich um eine aufgeschobene Osteosynthese, wobei 49 (74,3 %) innerhalb der ersten zwei Wochen und 12 Patienten ab der dritten Woche operativ versorgt wurden.

Abb. 12: Osteosynthesezeitpunkt (n=66)



Durchschnittlich wurden die Patienten nach 13,8 Tagen osteosynthetisch versorgt. Diese Zahl muss jedoch besonders betrachtet werden, da vier Patienten, die zuvor anderen Orts konservativ therapiert worden waren bzw. bei denen eine Tibiakopffraktur zu spät diagnostiziert wurde, erst nach 4 bis 5 Wochen bzw. 4 Monaten und in einem Fall sogar erst nach einem Jahr operativ versorgt werden konnten. D.h., die verbleibenden 62 Patienten (94 %) sind durchschnittlich 5,6 Tage nach dem Unfall operiert worden.

### 3.2.8 Postoperative Komplikationen

Unabhängig von Frakturtypen wurde bei 17 (25,8 %) aller nachuntersuchten Patienten Komplikationen festgestellt. Infektionen traten dabei nicht auf.

Frühkomplikationen d.h., Komplikationen während des stationären Aufenthaltes, traten insgesamt 10-mal auf. Davon waren 4 Fälle (6,1 %) Wundheilungsstörungen mit einem komplikationslosen Verlauf ohne Wundrevision. Bei der Nachuntersuchung fanden sich bei allen diesen Patienten reizlose Narben. Bei 3 Patienten wurde eine postoperative Peroneusschwäche festgestellt, die bei der Nachuntersuchung nicht mehr nachweisbar war. In einem Fall kam es zur Ergussbildung im Kniegelenk, die abpunktiert wurde. In 2 weiteren Fällen traten Unterschenkelvenenthrombosen auf.

Spätkomplikationen d.h., Komplikationen nach der Entlassung aus dem Krankenhaus, traten in insgesamt 7 Fällen (10,6 %) auf. Dabei handelte es sich einmal um starke Weichteilverkalkungen im Kniegelenkbereich bei Z.n. beidseitigen Tibiakopffrakturen und 4-mal um ein Absinken des medialen bzw. lateralen Plateaus nach osteosynthetischer Frakturversorgung. Bei den 4 (6,1 %) letztgenannten Patienten mit Impressionsspalt- bzw. Trümmerbrüchen kam es (in unterschiedlichen Zeiträumen) nach Vollbelastung trotz Spongiosaplastik zu einem Absinken der gehobenen Areale mit progressiver Achsenfehlstellung. In zwei Fällen konnte durch eine Korrekturosteotomie eine mäßige Verbesserung erzielt werden. Wegen starker Osteoporose, sekundärer Dislokation und zunehmender Achsverbiegung

erfolgte bei 2 weiteren, älteren Patientinnen, die Implantation einer Knieprothese (eine total- Endoprothese, eine Schlittenprothese). Bei 2 Patienten erfolgte wegen bestehender Instabilität und positivem Schubladenphänomen im verletzten Knie eine vordere Kreuzbandplastik.

### 3.2.9 Stationäre Verweildauer

Die durchschnittliche Verweildauer betrug 29,5 Tage, wobei diese abhängt vom Frakturtyp, Begleitverletzungen, Allgemeinzustand und Alter der Patienten. Bei der Berechnung des Durchschnittswertes wurden alle nachuntersuchten Patienten berücksichtigt. Eine starke Verzerrung entsteht, da zwei Patienten mit beidseitigen Frakturen (davon in einem Fall zusätzlich mit Polytrauma) eine Liegedauer von 108 bzw. 180 Tagen aufwiesen. Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer ohne die beiden letztgenannten Patienten ergibt einen bereinigten Wert von 25,2 Tagen.

Ein weiterer interessanter Aspekt ist der Vergleich im Hinblick auf die Verweildauer zwischen offen operierten Tibiakopffrakturen (durchschnittlich rund 26 Tage) und arthroskopisch assistierter Versorgung (durchschnittlich 17,2 Tage), wobei die stationäre Aufenthaltsdauer der jüngeren Patienten (20-40 Jahre) bei sogar nur 10,5 Tagen lag.

### 3.2.10 Materialentfernung

Bei 46 (69,7 %) der 66 nachuntersuchten Patienten wurde das Osteosynthesematerial entfernt. Die Metallentfernung wurde in einem Zeitraum von 4 bis 31 Monaten, durchschnittlich nach 10,4 Monaten vorgenommen. Bei den restlichen 20 (30,3 %) Patienten wurde das Metallimplantat, vorwiegend in Anbetracht des Alters der Patienten, belassen.



### 3.3 Spätergebnisse der Nachuntersuchung

#### 3.3.1 Subjektives Beschwerdebild der nachuntersuchten Patienten

Die subjektiven Beschwerdeangaben der Patienten konnten mittels eines standardisierten Fragebogens erfasst werden. Die Patienten wurden gebeten, 25 Fragen hinsichtlich Schmerzen, Belastbarkeit, Instabilität und Beweglichkeit des verletzten Beines bzw. Kniegelenkes sowie ihre persönlichen Beschwerden auf einer zehnstufigen Skala zu bestimmen. Die Extremzustände wie „nie“ und „immer“ befinden sich dabei an den beiden Enden der Skala (Fragebogen siehe Anhang 3).

Nach Auswertung der Fragebögen, teilten wir die subjektiven Beschwerden der Patienten in die vier Kategorien ein: „keine“, „leichte“, „mäßige“ und „starke“ Beschwerden.

Die folgende Tabelle zeigt, dass 21 (30,9 %) der 66 Befragten beschwerdefrei waren. 20 Patienten (29,4 %) klagten über „leichte“ Beschwerden (bei Wetterfühligkeit sowie Schmerzen bei sehr starker Belastung). In 17 Fällen (25,0 %) gaben die Patienten „mäßige“ und in 10 Fällen (14,7 %) „starke“ Beschwerden an.

Tabelle 6: Subjektive Beschwerden in Abhängigkeit von Frakturtypen (n=68)

	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
keine	2	4	8	2	1	4	21	30,9
leichte	3	2	11	0	2	2	20	29,4
mäßige	2	1	7	0	1	6	17	25,0
starke	1	1	3	0	1	4	10	14,7
	8 (11,8 %)	8 (11,8 %)	29 (42,6 %)	2 (2,9 %)	5 (7,4 %)	16 (23,5 %)	68	100

Wie aus Tabelle 6 ersichtlich, sind knapp ein Drittel der Patienten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung völlig beschwerdefrei. Starke Beschwerden traten vor allem bei den Frakturtypen B3 und C3 auf.

### 3.3.2 Lokalbefund in Abhängigkeit vom Frakturtyp

Bei der Nachuntersuchung und Inspektion des betroffenen Kniegelenkes zeigte sich bei allen Patienten kaum eine äußere Deformierung oder eine Unterschenkel-schwellung. In allen 68 Fällen waren die Narben völlig reizlos. Unabhängig vom Frakturtyp zeigte sich in 12 Fällen (n=56) der Lokalbefund als unauffällig. In manchen Fällen hingegen waren mehrere der unten aufgeführten Lokalbefund-komponenten gleichzeitig auffällig.

Die folgende Tabelle zeigt die Abhängigkeit des Lokalbefundes vom Frakturtyp.

Tabelle 7: Lokalbefund und Frakturtypen (n=56)

<b>Lokalbefund</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Druckschmerzen	6	0	13	0	1	6	26	38,2
Krepitation	3	2	9	0	4	6	24	35,3
Erguss	1	0	2	0	0	1	4	5,9
Sensibilitätsstörung	1	0	0	0	0	1	2	2,9
Überwärmung	0	0	0	0	0	0	0	0

Insgesamt wurde in zwei Fällen die Sensibilität im unmittelbaren Narbenbereich als gestört empfunden. 26 Patienten (38,8 %) klagten über Druckschmerzen am Gelenkspalt, davon 21 im lateralen und 5 im medialen Gelenkspalt, wobei allerdings bei 20 Patienten bereits das Implantat entfernt worden war und somit der Schmerz nicht auf das bei der Operation verwandte Material zurückzuführen war. Krepitation fand sich in 24 Fällen (35,3 %), es handelte sich dabei um ein geringes bis mäßiges Reibegeräusch im betroffenen Kniegelenk. Ein Erguss wurde viermal diagnostiziert, eine Überwärmung kam dagegen nicht vor.

### 3.3.3 Meniskuszeichen

Die Meniskuszeichen wurden nach McMURRAY und STEINMANN I und II geprüft. Dabei konnte bei 4 Patienten (5,9 %) ein Hinweis auf eine solches Zeichen - in 3 Fällen ein Außen- und in einem Fall ein Innenmeniskuszeichen - gefunden werden. Ein Patient wurde zu einem späteren Zeitpunkt arthroskopiert.

### 3.3.4 Gangbild

39 (59,1 %) der 66 nachuntersuchten Patienten hatten ein unauffälliges Gangbild. Insgesamt 27 Patienten (40,9 %) behielten dagegen nach dem Unfall eine mehr oder weniger ausgeprägte Gehbehinderung zurück. 21 Patienten (31,8 %) hinkten leicht, vor allem bei starker Belastung, 6 Patienten (9,1 %) waren infolge der Beschwerden auf eine Gehhilfe angewiesen.

Die folgende Tabelle zeigt den Zusammenhang zwischen Gangbild und Frakturtypen, wobei die starken Beschwerden offensichtlich den Frakturtypen B2, B3 und am häufigsten dem Frakturtyp C3 zuzuordnen sind.

Tabelle 8: Gangbild in Abhängigkeit vom Frakturtyp (n=66)

<b>Gangbild</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
unauffällig	6	4	17	2	1	9	39	59,1
leichtes Hinken	2	3	9	0	4	3	21	31,8
schwere Hinken	0	1	2	0	0	3	6	9,1

### 3.3.5 Gehstrecke

Die nachuntersuchten Patienten wurden gefragt, welche Gehstrecke sie ohne Beschwerden zurücklegen können. 35 Patienten (53 %) konnten insgesamt eine freie Gehstrecke zurücklegen. Bei 24 Patienten (36,4 %) ergab sich eine Distanz

von 5 km bis zum Auftreten von Beschwerden und bei 5 Patienten (7,6 %) eine Distanz bis zu 1 km. Lediglich 2 Patienten (3 %) hatten Schmerzen bei einer Gehstrecke von weniger als 100 m. Das schlechte Ergebnis erreichten die beiden Patienten, die eine Impressions- bzw. kombinierte Impressions-Spaltfraktur erlitten hatten.

Die folgende Tabelle zeigt die Gehstrecke in Abhängigkeit vom Frakturtyp.

Tabelle 9: Gehstrecke und Frakturtypen (n=66)

<b>Gehstrecke</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
uneingeschränkt	3	6	17	1	1	7	35	53
bis 5 km	5	1	10	1	2	5	24	36,4
bis 1 km	0	0	1	0	1	3	5	7,6
bis 100 m	0	1	1	0	0	0	2	3,0
Gesamt	8	8	29	2	4	15	66	100

### 3.3.6 Beinlänge und Muskelatrophie

In der folgenden Untersuchung konnten 2 Patienten mit doppelseitiger Tibiakopffraktur nicht berücksichtigt werden, da hier die Vergleichswerte zur unverletzten Seite nicht möglich waren.

Die Beinlänge wurde aus dem Abstand von der Spina iliaca anterior superior zum Außenknöchel ermittelt.

Von 64 nachuntersuchten Patienten zeigte sich bei 57 Patienten (89 %) keine Beinlängendifferenz. 6 Patienten (9,4 %) wiesen eine Beinverkürzung des betroffenen Beines auf, in 4 Fällen bis 1 cm und in 2 Fällen bis zu 2 cm.

Eine Patientin hatte auf der betroffenen Seite ein um 1 cm längeres Bein, was durch eine Hüft-TEP auf der selben Seite erklärbar ist.

Sämtliche Patienten mit Beinlängendifferenz sind den Gruppe-3-Frakturen zuzuordnen (dreimal eine B3- und viermal eine C3-Fraktur).

Für die Umfangmessung des Beines wurde der Umfang des Oberschenkels jeweils 20 cm und 10 cm proximal des medialen Kniegelenkspaltes in Höhe der Patellamitte sowie am Unterschenkel, 15 cm unterhalb des medialen Gelenkspaltes gemessen.

Die folgende Tabelle zeigt die Beinumfangdifferenz.

Tabelle 10: Beinumfangdifferenz (n=64)

<b>Oberschenkel</b>		<b>Patellamitte</b>		<b>Unterschenkel</b>	
-3 cm	5 (7,8 %)	+3 cm	2 (3,1 %)	-3 cm	2 (3,1 %)
-2 cm	18 (28,2 %)	+2 cm	3 (4,7 %)	-2 cm	2 (3,1 %)
-1 cm	11 (17,2 %)	+1 cm	15 (23,4 %)	-1 cm	14 (22,0 %)
0 cm	23 (35,9 %)	0 cm	43 (67,2 %)	0 cm	37 (57,7 %)
+1 cm	7 (10,9 %)	-1 cm	1 (1,6 %)	+1 cm	9 (14,1 %)

Da die Atrophie der Quadrizepsmuskulatur ein wichtiger Hinweis auf eine fortbestehende Schonung des Beines ist, es sich zusätzlich aber auch um eine Verstärkung der Quadrizepsmuskulatur als möglicher Ausdruck einer zusätzlichen muskulären Stabilisierung eines instabilen Kniegelenks handeln kann, wurde die Kontrolle einer eventuell bestehenden Atrophie anhand der Umfangsmaße der Oberschenkelmuskulatur festgestellt. Eine Umfangdifferenz bis 1 cm wird noch als physiologisch angesehen.

Bei 34 Patienten (53,1 %) trat keine Atrophie auf. Die Umfangsdifferenz zu Ungunsten des operierten Beines wurde 23-mal (36 %) diagnostiziert, wobei 18-mal bis zu 2 cm und 5-mal bis zu 3 cm gemessen wurden. Eine Umfangsdifferenz zu Gunsten der operierten Seite, wurde 7-mal (10,9 %) festgestellt. Eine Muskelatrophie konnten wir in unserer Untersuchung am häufigsten bei den Frakturtypen B3 und C3 feststellen.

Die folgende Tabelle zeigt den Zusammenhang zwischen Muskelatrophie (Oberschenkelmuskulatur) und Frakturtypen.

Tabelle 11: Muskelatrophie in Abhängigkeit von Frakturtypen (n=64)

<b>Umfangs-Differenz</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
bis -3 cm	0	1	2	0	0	2	5	7,8
bis -2 cm	0	1	11	0	2	4	18	28,2
Atrophie	0	2	13	0	2	6	23	36,0
bis -1 cm	3	3	2	1	0	2	11	17,2
0 cm	3	3	10	1	1	5	23	35,9
+1 bis +2 cm	2	0	3	0	1	1	7	10,9
keine Atrophie	8	6	15	2	2	8	41	64

### 3.3.7 Bewegungsausmaß

Hierbei wird im Einzelnen aufgeführt, welche Bewegungseinschränkungen in welcher Häufigkeit in der Nachuntersuchungsgruppe auftraten.

Um das Ausmaß der Bewegung zu bestimmen, wurden die Patienten gebeten, sich in Bauchlage auf die Untersuchungsfläche zu legen. Das Knie befand sich dabei am unteren Ende der Liegekante, der Unterschenkel ragte über die Kante hinaus. Dann wurde bei maximaler Streckung und Beugung der Abstand bzw. die Differenz der Fersenhöhe gemessen. Die Gradzahl der Streck- bzw. Beugehemmung ergab sich jeweils durch die tangentielle Messung des Fersenabstandes und der Unterschenkelänge.

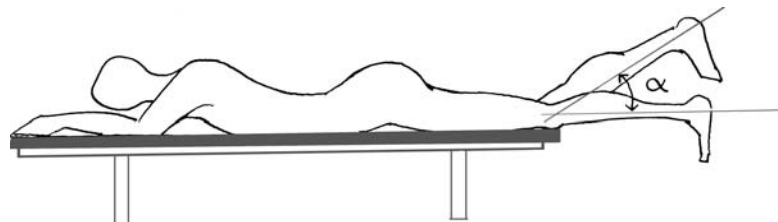


Abb. 13: Messung des Bewegungsausmaßes

Bei der Überprüfung dieser Funktion erreichten 67,6 % der Patienten (46 Frakturen) - hiervon 1 Patient mit doppelseitiger Fraktur - wieder eine volle Streckfähigkeit (vgl. Tab. 13). Wiederum 47,1 % der Patienten (32 Frakturen) erlangten eine maximale Beugungsfähigkeit (vgl. Tab. 12).

Die folgenden Tabellen zeigen die beobachteten Beeinträchtigungen der Streck- und Beugefähigkeit im Zusammenhang mit den einzelnen Frakturformen.

Tabelle 12: Flexionsdefizit (n=68)

	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
maximale Beugung	3	5	16	1	2	5	32	47,1
bis 10° Defizit	2	1	7	1	0	2	13	19,1
bis 15°	1	1	3	0	2	3	10	14,7
bis 20°	2	1	3	0	1	2	9	13,2
> 20°	0	0	0	0	0	4	4	5,9
Gesamt	5	3	13	1	3	11	36	52,9

In 32 Fällen (47,1 %) erreichten die Patienten eine freie Beugung von 140 Grad, in den weiteren 36 Fällen (52,9 %), zeigten die Patienten Flexionsdefizite. Ein Beugedefizit von 10 Grad kam in 13 Fällen (19,1 %) vor, ein Defizit mit 15 Grad in 10 Fällen (14,7 %) und mit 20 Grad in 9 Fällen (13,2 %). Starke Flexionsbehinderungen von mehr als 20 Grad fanden sich in 4 Fällen (5,9 %), dies waren ausschließlich bikondyläre Trümmerfrakturen.

Hinsichtlich der Streckfähigkeit (vgl. Tab. 13) wurde in 12 Fällen (17,6 %) im Vergleich zur Gegenseite eine Streckhemmung von 5 Grad gemessen. Hierzu wurde allerdings auch eine Patientin gerechnet, die zwar eine volle Streckung erreichte, deren Gegenseite aber überstreckbar war. Ein Streckdefizit bis 10 Grad war in 7 Fällen (10,3 %) beobachtbar. Ein Streckdefizit über 10 Grad kam bei 3 Frakturen vor, davon in einem Fall (1,5 %) 15 Grad und in 2 Fällen (3,0 %) – ein Patient mit doppelseitiger Trümmerfraktur - 20 Grad. Die größten Defizite wurden jeweils bei den Frakturtypen B3 und C3 beobachtet.

Erwartungsgemäß konnten Extensionsdefizite überwiegend bei kombinierten Spalt- und Impressionsbrüchen B3 (27,2 %) sowie Trümmerfrakturen C3 (45,5 %) gefunden werden.

Tabelle 13: Extensionsdefizit (n=68)

	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
volle Streckung	7	4	23	2	4	6	46	67,6
bis 5° Defizit	1	3	4	0	0	4	12	17,6
bis 10°	0	1	2	0	1	3	7	10,3
bis 15°	0	0	0	0	0	1	1	1,5
bis 20°	0	0	0	0	0	2	2	3,0
Gesamt	1	4	6	0	1	10	22	32,4

### 3.3.8 Bandinstabilität

Zur Bestimmung der Stabilität der Ligamente, wurden zunächst die Seitenbänder in Streckstellung sowie in 20 Grad Kniegelenkflexion überprüft.

Die beiden Patienten mit beidseitigen Tibiakopffrakturen wurden wegen fehlender Vergleichbarkeit, hier nicht berücksichtigt.

Tabelle 14: Bandinstabilität im Zusammenhang von Frakturtypen (n=64)

	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Außenbandinstabilität	0	1	4	0	0	3	8	12,5
Innenbandinstabilität	0	1	6	0	1	5	13	20,3
Vorderes Kreuzband	2	0	4	1	0	3	10	15,6
Hinteres Kreuzband	0	0	1	0	0	0	1	1,6
Gesamt	2 6,25 %	2 6,25 %	15 46,9 %	1 3,1 %	1 3,1 %	11 34,4 %	32 100 %	50,0



32 der nachuntersuchten Patienten (50,0 %) hatten stabile Bandverhältnisse. Bei der anderen Hälfte der Patienten, konnte eine mehr oder weniger ausgeprägte Bandinstabilität nachgewiesen werden.

Die Seitenbandinstabilität wurde je nach klinischem Untersuchungsbefund und subjektivem Befund aufgeteilt. Die Patienten mit Bandlockerung, jedoch ohne Unsicherheitsgefühl beim Laufen, wurden als „leicht“ und die Patienten mit sowohl Bandlockerung als auch Gangunsicherheit als „mäßig“ bezeichnet und unterteilt. „Starke“ Bandinstabilitäten kamen nicht vor. Von 21 Patienten (32,8 %) mit Seitenbandinstabilität zeigten 18 Patienten eine leichte und 3 Patienten eine mäßige Innen- bzw. Außenbandlockerung.

Die funktionelle Prüfung der Kreuzbänder wurde dann mit Hilfe des Lachman-Test sowie KT-1000-Messungen im Seitenvergleich durchgeführt. Die klinische Beurteilung der Kreuzbänder wurde jeweils mit „+“ gleich 5 mm Seitendifferenz, „++“ gleich 5-10 mm Seitendifferenz und „+++“ gleich über 10 mm Seitendifferenz definiert.

Bei der Überprüfung der Kreuzbänder fand sich bei 10 Patienten (15,6 %) eine vordere Kreuzbandinsuffizienz und bei einer Patientin (1,6 %) eine hintere Kreuzbandinsuffizienz. Bei 5 Patienten (4 vordere und 1 hinteres Kreuzband) wurde in KT-1000er Messung eine Differenz von 5 mm (+) und somit muskulär kompensierbare Instabilität festgestellt. In 6 Fällen war das vordere Schubladenphänomen deutlich ausgeprägt (3-mal 5-10 mm (++) und 3-mal über 10 mm (+++) Differenz), wobei 2 Patienten eine Totalendoprothese im verletzten Kniegelenk nach Tibiakopffrakturen implantiert bekommen hatten und dabei das vordere Kreuzband entfernt worden war. Auf Grund bestehender Instabilität nach Tibiakopffraktur, wurde bei 2 Patienten sekundär eine vordere Kreuzbandplastik aus der Patellarsehne durchgeführt, die bei der Nachuntersuchung stabil waren.

### 3.3.9 Achsfehlstellung

Die Verlagerung der „Traglinie“ und damit die Verschiebung der Belastungszone im Kniegelenk, ist ein weiterer Faktor für die Entstehung einer Sekundärarthrose nach Tibiakopffraktur. Die Fehlstellung im Kniegelenk wurde für diese Studie nur klinisch überprüft. Zur Verifizierung der Achsenfehlstellung führten wir die „Kabelmethode“ (Ausmessung der Beinachse erfolgte im Stehen) durch. Der proximale Orientierungspunkt wurde durch zwei Querfinger medial der Spina iliaca anterior superior durch ein Kabel mit der Mitte des oberen Sprunggelenkes verbunden.

Die Durchführung erfolgte stets im Seitenvergleich. Als Ergebnis wiesen 37 der nachuntersuchten Patienten (57,8 %) keine Fehlstellung der Beinachse auf. Im Vergleich zur gesunden Seite, zeigte sich in 27 Fällen (42,2 %) eine Beinachsenfehlstellung im Sinne einer Varus- oder Valgusabweichung. Dabei dominierte in 21 Fällen (32,8 %) das X-Bein, während sich bei lediglich 6 Patienten (9,4 %) ein O-Bein zeigte.

Tabelle 15: Achsfehlstellung im Zusammenhang mit Frakturtypen (n=64)

	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
keine Fehlstellung	6	7	18	2	1	3	37	57,8
Valgusdeformität	1	1	6	0	3	10	21	32,8
Varusdeformität	1	0	2	0	1	2	6	9,4
Antekurvation	0	0	0	0	0	0	0	00
Rekurvation	0	0	0	0	0	0	0	00
Gesamt Fehlstellungen	2	1	8	0	4	12	27	42,2

### 3.4 Ergebnisse der radiologischen Untersuchung

Die radiologische Untersuchung bestand aus einer Röntgenaufnahme des verletzten Kniegelenkes im Antero-posterioren und seitlichen Strahlengang sowie aus einer Patella-axial-Aufnahme, wobei die Anterior-posteriore Aufnahme im Stehen erfolgte.

Das durchschnittliche Zeitintervall zwischen Fraktureintritt und röntgenologischer Kontrolle betrug 44 Monate (24 bis 82 Monate).

Bei der Bildauswertung wurden jeweils Unfallbild, unmittelbar postoperative Aufnahmen und die jetzigen Kontrollbilder miteinander verglichen. Die Kontrollröntgenuntersuchung ergab in allen Fällen knöchern durchbaute Frakturen. Pseudoarthrosen kamen bei den nachuntersuchten Patienten nicht vor.

Bezüglich degenerativer Veränderungen des Gelenkes, wurde die Auswertung der Aufnahmen nach dem unten angegebenen, modifizierten Bewertungsschema nach JÄGER und WIRTH (1992) durchgeführt:

Grad I: Initiale Gonarthrose mit angedeuteten Ausziehungen der Eminentia intercondylaris und den gelenkseitigen Patellapole (beginnende Arthrose).

Grad II: Leichte Gonarthrose mit Ausziehungen auch an den Tibiakonsolen, leichte Verschmälerung des Gelenkspaltes und beginnende Abflachung der Femurkondylen. Leichte subchondrale Sklerosierung (leichte Arthrose).

Grad III: Mäßige Gonarthrose mit häufiger Verschmälerung des Gelenkspaltes, deutlicher Entrundung der Femurkondylen, osteophytärer Randwulstbildung an den Tibiakonsolen, der Eminentia intercondylaris, den Innenkanten der Femurkondylen und den gelenkseitigen Patellapolen. Ausgeprägte subchondrale Sklerosierung (mäßige Arthrose).

Grad IV: Schwere Gonarthrose. Gelenkdestruktion mit ausgeprägter Verschmälerung bis Aufhebung des Gelenkspaltes und unruhiger Randkontur. Zystische Veränderungen an Tibiakopf, Femurkondylen und Patella. Subluxationsstellungen des Femur gegenüber der Tibia (schwere Arthrose).

Erläuterung / Hinweis:

Alle folgenden, radiologischen Beurteilungen beziehen sich auf 63 Frakturen, da zwei Tibiakopffrakturen, die durch eine Knie-Totalendoprothese versorgt wurden, nicht berücksichtigt wurden und drei Patienten eine röntgenologische Nachuntersuchung ablehnten.

Um präexistent arthrotische Veränderungen zu bestimmen, wurden die Unfallbilder, so fern möglich, sehr genau hinsichtlich Arthrosen untersucht. Bei 65 % (41 Fälle) aller röntgenologisch nachuntersuchten Patienten, konnte eine mehr oder weniger ausgeprägte Gonarthrose festgestellt werden, wobei anhand der Unfallbilder bei 8 älteren Patienten (12,7 %) radiologisch degenerative Veränderungen schon vor dem Unfall vorhanden waren.

Tabelle 16: Arthrosegrad im Vergleich vor und nach dem Unfall (n=63)

<b>Arthrosegrad</b>	<b>Unfallzeitpunkt (präexistent)</b>	<b>Nachuntersuchung</b>
keine Arthrose	55	22
Grad I	2	15
Grad II	4	10
Grad III	2	14
Grad IV	0	2
Summe	63	63

### 3.4.1 Arthrosegrad und Frakturtypen

Die folgende Tabelle zeigt den Zusammenhang zwischen postoperativer Arthrose und Frakturtypen.

Tabelle 17: Arthrose in Abhängigkeit von Frakturtypen (n=63)

	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
keine Arthrose	3	4	12	1	1	1	22	35
Grad I	3	1	7	0	1	3	15	23,8
Grad II	0	2	2	1	2	3	10	15,8
Grad III	1	0	7	0	1	5	14	22,2
Grad IV	0	0	0	0	0	2	2	3,2
Gesamt Arthrose	4 9,7 %	3 7,4 %	16 39 %	1 2,4 %	4 9,7 %	13 31,8 %	41 100 %	65,0

Bei 22 Patienten (35 %) traten keine arthrotischen Veränderungen auf. 41 Patienten (65 %) hatten verschieden gradige Arthrosen. Bei monokondylären Spalt- und Depressionsbrüchen (B1, B2) lag die Gesamtarthrose rate bei ca. 17 %. Impressions- und Spaltfrakturen (B3) wiesen eine Arthrose rate von 39 % auf. Bikondyläre Spalt- und Depressionsbrüche (C1, C2) zeigten eine Gesamtarthrose rate von gut 12 %. Rund 32 % der Patienten mit Trümmerfrakturen (C3) hatten Arthrosen, hiervon waren bei 2 Tibiakopffrakturen schwere Arthrosezeichen erkennbar.

### 3.4.2 Arthrosegrad und Achsfehlstellung

Von insgesamt 37 nachuntersuchten Patienten mit normalen Achsenverhältnissen, hatte eine Patientin die röntgenologische Untersuchung abgelehnt. 17 (47,3 %) von diesen 36 Patienten, hatten keine Arthrose. Bei 12 Patienten (33,3 %) war eine beginnende bis leichte und in 7 Fällen (19,4 %) eine mäßige Arthrose festzustellen. Eine schwere Arthrose kam nicht vor.

Tabelle 18: Arthrosegrad in Abhängigkeit von Achsfehlstellung (n=63)

<b>Arthrose-grad</b>	<b>keine Achs-fehlstellung</b>	<b>Achs-fehlstellung</b>	<b>Total</b>	<b>Valgus-fehlstellung</b>	<b>Varus-fehlstellung</b>
keine Arthrose	17	5	22	5	0
Grad I	7	8	15	6	2
Grad II	5	5	10	4	1
Grad III	7	7	14	4	3
Grad IV	0	2	2	2	0
Gesamt Arthrose	19	22	41	16	6

Von insgesamt 27 Frakturen mit Achsfehlstellung wiesen 5 (18,5 %) keine, 13 (48,1 %) eine beginnende bis leichte und 9 (33,4 %) eine mäßige bis schwere Arthrose auf.

Es wird deutlich, dass die Achsenfehlstellungen häufiger mit posttraumatischen Arthrosen verbunden sind.

### 3.4.3 Arthrosegrad und subjektiver Befund

Tabelle 19: Arthrosegrad in Abhängigkeit vom subjektiven Befund (n=63)

	<b>keine Beschwerden</b>	<b>leichte Beschwerden</b>	<b>mäßige Beschwerden</b>	<b>starke Beschwerden</b>	<b>Total</b>
keine Arthrose	9	6	4	3	22
Grad I	5	5	5	0	15
Grad II	6	2	2	0	10
Grad III	1	4	6	3	14
Grad IV	0	0	0	2	2
Gesamt Arthrosen	12	11	13	5	41

Von den Patienten, die radiologisch gesichert keine Arthrose hatten, waren 9 Patienten (41 %) beschwerdefrei, 6 Patienten (27,2 %) gaben leichte, 4 Patienten (18,2 %) mäßige und 3 Patienten (13,6 %) starke Beschwerden an.

Anhand o.g. Tabelle wird erkennbar, dass 12 Patienten trotz unterschiedlicher Arthrosegrade keine Beschwerden hatten. Die weiteren, ebenfalls von Arthrose betroffenen 29 Patienten, äußerten leichte bis starke Beschwerden. 18 von 25 Patienten (72 %) mit beginnender bis leichter Arthrose gaben keine bzw. leichte Beschwerden an. 11 von 16 Patienten (68,7 %), die eine radiologisch gesicherte, mäßig bis schwere Arthrose hatten, klagten über mäßige bis starke Beschwerden.

#### 3.4.4 Arthrosegrad und Operationszeitpunkt

Die folgende Tabelle verdeutlicht den Zusammenhang zwischen dem Schweregrad der Arthroseentwicklung bei der Nachkontrolle und dem Intervall zwischen Unfallzeitpunkt und operativer Versorgung.

Tabelle 20: Arthrosegrad in Abhängigkeit vom Operationszeitpunkt (n=63)

<b>Arthrosegrad</b>	<b>0 - 24 Stunden</b>	<b>2 - 5 Tage</b>	<b>6 - 10 Tage</b>	<b>11 - 15 Tage</b>	<b>16 - 20 Tage</b>	<b>20 Tage</b>	<b>Total</b>
keine Arthrose	1	2	11	3	2	3	22
Grad I	0	3	4	5	2	1	15
Grad II	2	3	3	2	0	0	10
Grad III	1	5	1	4	2	1	14
Grad IV	0	0	0	0	0	2	2
Summe	4	13	19	14	6	7	63

Von 63 röntgenologisch nachuntersuchten Patienten hatten 22 (34,9 %), unabhängig vom Operationszeitpunkt, keine Arthrose. Bei den innerhalb der ersten 24 Stunden operierten Fällen, wurde in 2 Fällen eine leichte und in einem Fall eine mäßige Arthrose festgestellt. Bei Frakturen, die in einem Intervall von zwei bis zu zehn Tagen versorgt wurden, war in 13 von 32 Fällen (40,6 %), eine beginnende bis leichte und in 6 Fällen (18,7 %) eine mäßige Arthrose erkennbar.

Im Versorgungsintervall zwischen dem elften bis zwanzigsten Tag war bei 9 (45 %) von 20 Fällen, eine beginnende bis leichte Arthrose und in 6 Fällen (30 %) eine mäßige Arthrose zu erkennen. Frakturen, die erst nach drei

Wochen oder später versorgt wurden und eine mäßige bis starke Arthrose entwickelt hatten, waren entweder Patienten mit Polytrauma oder vorher konservativ behandelte Trümmerfrakturen.

### 3.4.5 Arthrosegrad und Patientenalter

Folgende Tabelle veranschaulicht das graduelle und mengenmäßige Arthrosevorkommen in verschiedenen Altersgruppen.

Tabelle 21: Arthrosegrad in Abhängigkeit vom Patientenalter (n=63)

	<b>15-20 Jahre</b>	<b>21-30 Jahre</b>	<b>31-40 Jahre</b>	<b>41-50 Jahre</b>	<b>51-60 Jahre</b>	<b>61-70 Jahre</b>	<b>71-80 Jahre</b>	<b>81-90 Jahre</b>	<b>Total</b>
keine Arthrose	1	3	6	6	4	1	1	0	22
Grad I	0	1	3	4	3	0	2	2	15
Grad II	0	1	1	2	2	3	0	1	10
Grad III	0	0	0	4	7	0	1	2	14
Grad IV	0	0	0	0	2	0	0	0	2
Gesamt Arthrosen	0	2	4	10	14	3	3	5	41

Insgesamt 41 von 63 röntgenologisch nachuntersuchten Patienten (65,1 %) hatten eine Arthrose, wobei 25 von 41 (61 %) an einer beginnenden bis leichten und 16 (39 %) an einer mäßigen bis schweren Arthrose litten.

Bei den bis 30 Jahre alten Patienten gab es zwei Frakturen (4,9 %) und bei den bis 40 Jahre alten Patienten vier Frakturen (9,8 %) mit einer beginnenden bzw. leichten Arthrose. Eine mäßige bis schwere Arthrose trat erst bei den über 40-jährigen Patienten auf, wobei es zu einem Altersgipfel bei den Patienten zwischen dem 41. und 60. Lebensjahr kam. 13 Patienten (31,7 %) dieser Altersgruppe hatten eine mäßige bis schwere, 11 (26,8 %) eine beginnende bis leichte Arthrose.



### 3.5 Reine Spongiosa und keilförmiger kortikospongiöser Knochenspan im Vergleich

Die beiden folgenden Tabellen zeigen die Ergebnisse des Vergleiches zwischen der reinen Spongiosa (24 Fälle) und dem keilförmigen kortikospongiösen Knochenspan als Spongiosaplastik (16 Fälle). Insgesamt wurden 40 Frakturen mit Spongiosaplastik behandelt.

#### 3.5.1 Spongiosaplastik und Arthrosegrad

13 von 38 Frakturen (34,2 %) mit Spongiosaplastik (2 der ursprünglich 40 Patienten hatten die röntgenologische Untersuchung abgelehnt) zeigten röntgenologisch keine Arthrosezeichen. Tabelle 22 zeigt den Vergleich beider Verfahren in Abhängigkeit von der posttraumatischen Arthroseentstehung.

Tabelle 22: Arthrosegrad in Abhängigkeit von Spongiosaplastik (n=38)

<b>Arthrosegrad</b>	<b>reine Spongiosa</b>	<b>keilförmige Spongiosa</b>	<b>Total</b>
keine Arthrose	9	4	13
Grad I	7	2	9
Grad II	3	3	6
Grad III	2	6	8
Grad IV	2	0	2
Summe	23	15	38

Während es innerhalb der behandelten Frakturen mit reiner Spongiosaplastik in 43,5 % (10 von 23 Fällen) zu einer beginnenden bis leichten Arthrose und in 17,4 % (4 von 23 Fällen) zur mäßigen bis starken Arthrose kam, trat bei der behandelten Patientengruppe mit der keilförmigen Kortikospongiösaplastik in 33,3 % (5 von 15) eine beginnende bis leichte Arthrose und in 40 % (6 von 15) eine mäßige Arthrose auf. Bei der letztgenannten Gruppe kam keine schwere Arthrose vor.

### 3.5.2 Spongiosaplastik und Beinachse

Der Vergleich der beiden Spongiosaplastiken in Beziehung zur Beinachse zeigt, dass in beiden Verfahren die Mehrheit der Patienten (22 Frakturen) eine gerade Beinachse (55 %) hatten.

Tabelle 23: Beinachse in Abhängigkeit von Spongiosaplastik (n=40)

Beinachse	reine Spongiosa	keilförmige Spongiosa	Total
Gerade	13	9	22
Valgus	10	4	14
Varus	1	3	4
Summe	24	16	40

Während bei der reinen Spongiosaplastik in 10 von 24 Fällen (41,6 %) eine Valgusfehlstellung sichtbar war, kam dies bei der keilförmigen Spongiosaplastik in 4 von 16 Fällen (25 %) vor. Innerhalb der Varusfehlstellung war von 24 Fällen einer (4,3 %) mit reiner Spongiosa und schließlich 3 von 16 Fällen (18,8 %), mit keilförmiger kortikospongiöser Spongiosa.

### 3.6 Gesamtbeurteilung

Um die jeweiligen Patientenresultate miteinander vergleichen zu können, erstellten wir abschließend eine Gesamtbeurteilung. Hierfür wurden die nach-untersuchten Patienten mittels Rasmussen-Score (siehe Anhang 1) klinisch untersucht. Anwendung hierfür fand Score 1 nach Rasmussen, da im Vergleich mit den eigenen Daten die subjektiven Daten und die objektiven Messwerte in einem Verhältnis von 40 % zu 60 % werden konnten. Die prozentuale Gewichtung der Kriterien verteilt sich auf Schmerz (20 %), Gehstrecke (20 %), Bewegungsausmaß (40 %) und objektive Stabilität (20 %). Die Beurteilungspunktlage beinhaltet eine 30 Punkte-Skala, wobei die Ergebnisse von 30-27 Punkte als „sehr gut“, von 26-20 als „gut“, von 19-10 als „mäßig“, und unterhalb von 10 Punkte als „schlecht“ zu beurteilen sind (PASTER 1996).

Nach der Rasmussen-Skala ist unabhängig von der vorhandenen Frakturform, bei keinem Patienten die Gesamtbeurteilung als „schlecht“ zu bezeichnen.

19 Frakturen (27,9 %) erreichten ein „sehr gutes“, über die Hälfte alle Frakturen (54,4 %) ein „gutes“ Ergebnis. In 12 Fällen (17,6 %) kam es zu einem befriedigenden „mäßigen“ Resultat.

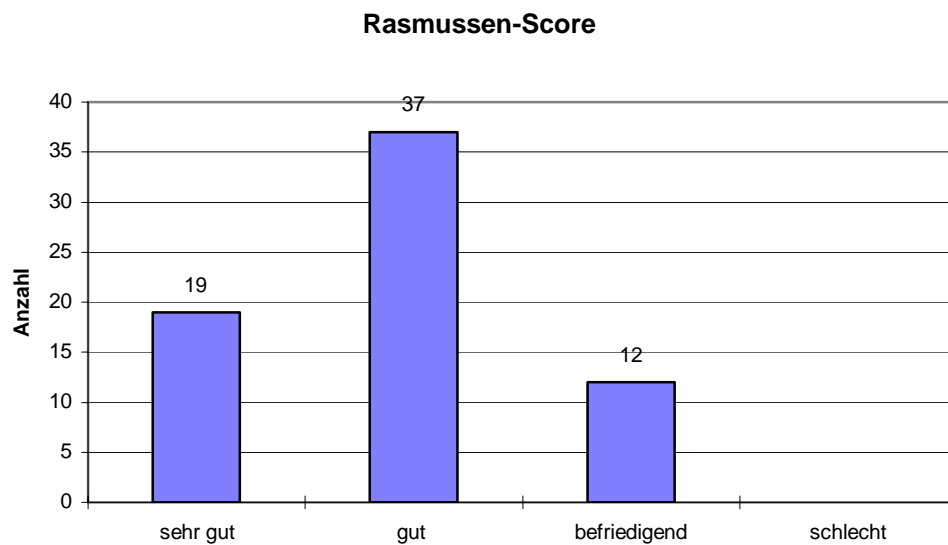


Abb. 14: Rasmussen-Score (n=68)

## 4.0 Diskussion

Tibiakopffrakturen gelten auch heute noch als schwer therapierbare Knochenverletzungen mit ungünstiger Prognose. Die besondere Problematik besteht darin, dass das Kniegelenk permanent und häufig immensen, statischen und dynamischen Belastungen ausgesetzt ist.

In der vorliegenden Arbeit werden die Ergebnisse operativ versorgter Tibiakopffrakturen aus den Jahren 1991 bis 1996, der unfallchirurgischen Abteilung des Martin-Luther-Krankenhauses in Berlin, dargestellt. Während diesen Zeitraums wurden 83 Patienten mit 85 Tibiakopffrakturen operativ behandelt. Zur Nachuntersuchung stellten sich 66 Patienten (79,5 %) mit insgesamt 68 Tibiakopffrakturen vor.

Einen Nachuntersuchungszeitraum von mindestens 2 Jahren und maximal 7 Jahren - durchschnittlich 3,8 Jahre nach dem Unfall - wählten wir, da sich in der Regel erst innerhalb dieser Zeitspanne, Spätfolgen sicher abzeichnen.

Inhaltlich überprüften wir die Qualität der eigenen Therapie und stellten diese im Vergleich zu anderen Studien dar; hierbei schenken wir der Art der verwendeten Spongiosaplastik sowie der minimal-invasiven Osteosynthese besondere Aufmerksamkeit.

### 4.1 Geschlechts- und Altersverteilung

Im eigenen Krankengut, waren beide Geschlechter nahezu gleichermaßen stark vertreten. Während noch, wie in der Literatur beschrieben, bis in die 70-iger Jahre, Tibiakopffrakturen vorwiegend bei Männern anzutreffen waren - damals wegen des wesentlich höheren Anteils der Männer im Berufsleben (ENDER 1955; HOHL und LUCK 1956; DUSTMANN 1973; MUGGLER 1975), ist diese Verletzung heute generell bei beiden Geschlechtern insgesamt fast gleich häufig anzutreffen. (TSERONIS 1982; TRALLES 1990). Der gewachsene Frauenanteil mit Tibiakopffrakturen erklärt sich dabei hauptsächlich durch die häufigere Beteiligung der Frauen im Berufsleben und im Straßenverkehr, im Anstieg deren

sportlicher Aktivitäten und möglicherweise durch die gestiegene Lebenserwartung mit erhöhtem Osteoporose-Risiko bei Frauen.

Das Durchschnittsalter der nachuntersuchten Patienten betrug 51,5 Jahre. Die Altersspanne reichte von 17 Jahre bis 85 Jahre. Die Frauen waren durchschnittlich 57,1 Jahre, die Männer 45,0 Jahre alt. Die Altersdiskrepanz zwischen Männer und Frauen hinsichtlich des Durchschnittsalters erklärt sich dadurch, dass bei den männlichen Patienten mehrheitlich Tibiakopffrakturen im Berufslebensalter auftraten, demgegenüber waren die meisten Frauen erst ab der Altersgruppe über 60 Jahren betroffen. Ab dem 65. Lebensjahr sind unsere Patienten ausschließlich Frauen. Einige Autoren sind der Meinung, dass die Tibiakopffraktur ein „Alters-Frakturtyp“ sei, da über 30 % der Tibiakopffrakturen nach dem sechsten Lebensjahrzehnt auftreten (THIELE 1968; JÄGER 1970; TRALLES 1990). Die Frakturverteilung, also das häufige Auftreten von solchen Frakturen im hohen Lebensalter speziell bei Frauen, wird einerseits als Folge der postmenopausal bedingten Osteoporose angesehen (TAUBERT, H.D. 1992) und ist andererseits auf die demographische Überalterung der Bevölkerung sowie auf die allgemein höhere Lebenserwartung von Frauen zurückzuführen.

#### 4.2 Ursachen, Entstehung und Häufigkeit der Tibiakopffrakturen

Tibiakopffrakturen entstehen zumeist infolge einer direkten Gewalteinwirkung, die entweder medial (Varus-Stress) oder lateral (Valgus-Stress) auftritt bzw. mittels einer axialen Kompression oder aber einer Kombination aus axialer Scherkraft und horizontal einwirkender Biegekraft. Die Intensität der einwirkenden Kräfte bestimmt, neben dem Ausmaß der Zertrümmerungen, die Fragmentlokalisierung und sind somit maßgebend für die Häufigkeit der Begleitverletzungen. Kritisch kontrovers vertreten HOLZ (1975) und MUGGLER et al. (1978) die Meinung, dass sich eine exakte Analyse über Entstehungsmechanismen von Tibiakopffrakturen nicht durchführen lässt, da die Vorgänge hierbei zu komplex sind, als dass sich die einwirkenden Kraftfaktoren trennen ließen.

In zahlreicher, vergleichender Literatur (PFAEHLER 1962; RASMUSSEN 1971; WILHELM et al. 1971; COURVOISIER 1975; ARMAN 1993; BOSZOTTA et

al. 1993) wird beschrieben, dass laterale Tibiakopffrakturen am häufigsten vorkommen. Die Entstehung bzw. Häufigkeit lateraler Frakturen lässt sich sowohl durch die physiologische Valgusstellung der anatomischen Oberschenkel- und Unterschenkelachsen als auch durch andere biomechanische Gründe erklären (Abstützung durch das gegenseitige Bein, verstärkte laterale Exposition, Spannung des tractus iliotibialis).

Entsprechend der Literatur war auch bei unserer nachuntersuchten Patientengruppe die Frakturverteilung. Von 66,2 % monokondylären Frakturen waren mehr als die Hälfte, nämlich 55,9 % (38 von 68 Fällen) laterale Tibiakopffrakturen. In 10,3 % der Fälle (7 von 68 Fällen) fanden wir mediale und in 33,8 % (23 von 68 Fällen) bikondyläre Frakturen vor.

Hinsichtlich der Unfallursachen ergeben sich im Literaturvergleich kaum Unterschiede. An erster Stelle der Untersuchungen stehen Tibiakopffrakturen in Folge von Verkehrsunfällen (PFAEHLER 1962; RASMUSSEN 1973; COURVOISIER 1975; TSERONIS 1982; ARMAN 1993). VOLLMAR und BENZ (1960) schreiben in einer Studie, dass Knieanprallverletzungen als typische Verletzung des Auto- und Motorradfahrens in der Häufigkeitsskala hinter den Schädelverletzungen an zweiter Stelle stehen. Diese Unfallursache lässt sich sicherlich mit der zunehmenden Motorisierung unserer Gesellschaft in den vergangenen Jahrzehnten erklären. Als weitere, recht verbreitete Unfallursache, sind neben Sport- und Arbeitsunfällen häufig auch Stürze in der Freizeit oder im häuslichen Milieu zu verzeichnen.

In unserer Untersuchung stehen Verkehrsunfälle mit 39,3 % ebenfalls an der Spitze, gefolgt von Unfällen im Haushalt mit 28,8 %, Sportunfällen mit 19,7 % und Unfällen im Freizeitbereich mit 12,2 %. Wie bei MUGGLER et al. (1975) überwiegt auch in unserer Nachuntersuchungsgruppe der Anteil junger Patienten bei Sport- und Verkehrsverletzungen und zeigt eine Zunahme der häuslichen Unfälle bei älteren Menschen. Die Zahl der Tibiakopffrakturen als Arbeitsunfall variiert in der Literatur zwischen 5 % bei ROHRBECK und TROEGER (1990) und 26 % bei MUGGLER et al. (1975); bei uns lagen die Arbeitsunfälle mit 15,1 % (10 von 66 Frakturen) fast in der Mitte. Somit entsprechen unsere Ergebnisse denen in der Literatur.

### 4.3 Klassifikation und Frakturtypen

Die Vielzahl der Frakturen am Tibiakopf, führte im Laufe der Zeit zu zahlreichen Klassifikationen (THIELE 1968; COURVOISIER 1973; RASMUSSEN 1973; HOLZ 1975; MUGGLER et al. 1975; TSCHERNE et al. 1984). Alle diese Klassifikationen waren entweder zu spezifisch oder z.B. wegen ihrer zahlreichen Untergruppierungen im Klinikalltag nicht anwendbar. Im Jahre 1977 gelang der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (AO) eine einheitliche Klassifikation von Tibiakopffrakturen, welche später genauer definiert bzw. überarbeitet wurde (MÜLLER et al. 1989).

Bei der Klassifizierung unserer Patientengruppe, haben wir uns für die neue AO-Klassifikation entschieden, da diese Einteilung wegen deren morphologisch und komplex aufgebauten Gesichtspunkten sowie deren Rückschlußfähigkeit auf Begleitverletzungen, im klinischen Alltag sowohl hinsichtlich der Behandlung als auch der Prognose gut anwendbar ist. In unserer nachuntersuchten Patientengruppe fanden die extraartikulären Tibiakopffrakturen keine Berücksichtigung, da diese nicht die Problematik aller übrigen Tibiakopffrakturen bieten und sich hinsichtlich der Prognose sogar wesentlich von diesen unterscheiden.

Bei unseren Patienten, waren die unikondylären Frakturen (B-Frakturen) mit 66,2 % die häufigsten Frakturtypen. Dieses Ergebnis entspricht den Untersuchungsergebnissen von FRIEDL et al. (1987) mit 58,8 % und BETZ et al. (1989) mit 56 %. Bikondyläre Frakturen betrugen hingegen in unserer nachuntersuchten Gruppe 33,8 %, davon waren 23,5 % C3-Frakturen. Die Literaturangaben schwanken hier zwischen 16 % (BAKALIM und WILPPULA 1971) und 39 % (TSERONIS 1982). Die Frakturtypen C1 und C2 kamen sowohl in unserer eigenen Nachuntersuchungsgruppe (mit ca. 10 %) als auch in der vergleichenden Literatur relativ selten vor.

#### 4.4 Begleitverletzungen

Die intraartikulären Tibiakopffrakturen sind häufig mit Verletzungen der unmittelbar benachbarten Strukturen (Band-, Meniskus-, Knochen-, und neurovaskuläre Verletzungen) verbunden. Die Erkennung und Behandlung der Nebenverletzungen, stellt dabei für die Prognose der Tibiakopffrakturen eine bedeutende Rolle dar. Das Ausmaß und Muster der Begleitverletzungen hängt in der Regel von den verschiedenen Frakturtypen sowie deren Schweregraden ab, wodurch die präoperative Diagnostik sowohl durch die Fraktur selbst, als auch durch andere Verletzungen zusätzlich erschwert wird. Solche Verletzungen werden meistens intraoperativ diagnostiziert.

Die häufigsten Begleitverletzungen in unserem Patientengut waren die Fibulaköpfchenfrakturen mit 29,4 %, die hauptsächlich bei der Gruppe-3-Frakturen vorkamen. Die Häufigkeit der Fibulaköpfchenfrakturen in unserer Untersuchung ist damit zu begründen, dass zweidrittel aller Frakturen, den Frakturtypen B3 und C3 zuzuordnen sind. In der Literatur variieren die Fibulaköpfchenfrakturen im allgemeinen zwischen 4 % (MUGGLER 1975) und 40,4 % (HEUER 1996). Bei bikondylären Frakturen sah THIELE (1968) in 47 % eine Mitbeteiligung des Fibulaköpfchens. COURVOISIER (1973) hingegen bezeichnete mit ca. 20 % aller Tibiakopffrakturen, die Fibulaköpfchenfrakturen als relativ häufige Nebenverletzung.

Die zweithäufigste Begleitverletzung bei unseren Patienten war die Kniebandverletzung mit 25 %. Davon waren 13,2 % Seitenbänder- und 11,8 % Kreuzbandverletzungen. In der Literatur werden Kniebandverletzungen bei Tibiakopffrakturen zwischen 11,4 % (HEUER 1996) und 31,3 % (MUGGLER 1975) beschrieben. Weitere Angaben liegen ebenso wie in unserer Nachuntersuchung dazwischen, wie beispielsweise nach ZIFKO und VLASICH (1969) mit 25 %, COURVOISIER (1973) 12 %, FRIEDL et al. (1987) 21,4 % und ARMAN (1993) 12 %. DELAMARTER et al. (1990) beschreiben, dass in Abhängigkeit von der Frakturform, in 20 % bis 25 % der Fälle, Kniebandverletzungen nach Tibiakopffrakturen vorkommen - am häufigsten nach Impressions- und Spaltkompressionsbrüchen (HEUER 1996). Das mediale Seitenband ist dabei weitaus häufiger als das laterale Seitenband betroffen, was auch unsere Ergebnisse bestätigen.



Erklären lässt sich dies aufgrund der häufigen Krafteinwirkung von lateral und der physiologischen Valgusstellung des Kniegelenkes. Laut HEUER (1996), beschreiben WILPPULA und BAKALIM (1972) das Verhältnis medialer zu lateraler Seitenbandläsionen von bis zu 12:1. Beim Erkennen der Seitenbandlockerungen, ließ sich mit unserer Untersuchungsmethode die echte Seitenbandlockerung nicht eindeutig von der durch gleich- oder gegenseitige, restliche Impressionsdefekte vorgetäuschten Instabilität unterscheiden.

Typische Begleitverletzungen bei Kreuzbandläsionen sind ossäre Ausrisse (TSERONIS 1982), die wiederum in Abhängigkeit zu den Frakturtypen stehen. In Relation zum Schweregrad der Fraktur stehen diese Verletzungen bei der operativen Versorgung häufig nicht im Vordergrund. Vielmehr ist die Überprüfung des Schubladenphänomens bei frischen Tibiakopffrakturen wegen der Schwere des Traumas meist weder möglich noch notwendig, da es in der Regel keine massive Seitenbandinstabilität ohne Läsion eines Kreuzbandes gibt (HERTEL und SCHWEIBERER 1975).

Hinsichtlich der Therapie vertreten MUTSCHLER und BURRI (1990) die Ansicht, dass die komplexen Kapsel-Bandverletzungen eine sorgfältige Rekonstruktion aller betroffenen passiven und aktiven Gelenkstabilisatoren erfordern. Während PFISTER und HARMEL (1990) neben der Fraktur selbst, möglichst auch eine sofortige Rekonstruktion des Bandapparates bei Primäreingriffen favorisieren, ist HERTEL (1997) der Meinung, dass eine primäre Bandrekonstruktion bei der Versorgung der Tibiakopffrakturen nur dann ausgeführt werden soll, wenn der Eingriff dadurch weder erschwert noch verlängert wird. Möglicherweise ist dies ein Grund für die geringe Anzahl von Komplikationen (insbesondere Infekten) in unserem Krankengut. Kreuzbandverletzungen wurden in der Literatur zwischen 3,7 % (ITTNER und JASKULKA 1990) und 26,2 % (MUGGLER et al. 1975) beschrieben. ARMAN (1993) berichtet über eine primär transossäre Refixation des Kreuzbandes bei Tibiakopffrakturen. Bei unseren Patienten wurden die Kreuzbandverletzungen, bei bestehenden Instabilitäten, zu einem späteren Zeitpunkt rekonstruiert.

An dritter Stelle der Begleitverletzungen lagen bei unseren nachuntersuchten Patienten, Meniskusläsionen mit 10,3 %. Hiervon waren in 71,4 % die lateralen und in 28,6 % die medialen Menisken betroffen. In der Literatur variieren die

Häufigkeitsangaben zu Meniskusläsionen zwischen 4 % GAUCKLER (1978) und 40 % ARMAN (1993). Unsere Ergebnisse bezüglich der Meniskusverletzungen decken sich annähernd mit denen von FRIEDL et al. (1987), in deren Studien Meniskusläsionen als Begleitverletzung in 10,7 % der Fälle vorkamen. Ebenso wie in der Literatur beschrieben (NICOLET 1965; DUSTMANN und SCHULITZ 1973; TSCHERNE et al. 1984; ITTNER und JASKULKA 1990; ARMAN 1993), weisen auch unsere Untersuchungsergebnisse einen weitaus höheren Anteil der lateral betroffenen Menisken auf. Diese Tatsache ist einerseits auf die anatomischen Gegebenheiten (physiologisch vermehrte Mobilität des lateralen Plateaus und des Außenmeniskus) zurückzuführen, andererseits auf die gehäuft vorkommende Frakturierung des lateralen Tibiakondylus bei einer Tibiakopffraktur.

Ferner traten offene Frakturen und Nervenverletzungen auf. Der Anteil offener Frakturen lag bei unseren nachuntersuchten Patienten bei 8,8 %. In der Literatur wird der Anteil offener Frakturen zwischen 6 % (MUGGLER et al. 1975) und 15 % (HOLZ et al. 1975) angegeben. Bei Nervenverletzungen kommt es gelegentlich zur Läsion des Nervus peroneus. In der Literatur wird Peroneusparese mit 2 % bis 8 % als Begleitverletzung aller Tibiakopffrakturen beschrieben (TSCHERNE et al. 1984). Bei unseren Patienten betrug die präoperative posttraumatische Nervenverletzung 1,5 % und lag daher im unteren Bereich.

#### 4.5 Therapie der Tibiakopffrakturen

Oberstes Therapieziel bei einer Tibiakopffraktur stellt die Wiederherstellung der normalen Kniegelenkfunktion dar. Diese Zielsetzung beinhaltet, neben der Schaffung der vollen Belastbarkeit und guten Beweglichkeit, die Kniestabilität und allgemeine Schmerzfreiheit sowie einen fehlerfreien Achsenverlauf und eine weitestgehende, anatomische Rekonstruktion der Gelenkfläche. Um das genannte Ziel zu erreichen, wurde neben einer präzisen Diagnostik eine korrekte Indikationsstellung zur Therapie ermittelt. Die Indikationsstellung erfolgte nach den Frakturtypen, dem Allgemeinzustand der Patienten sowie den Weichteilverhältnissen.

Hinsichtlich der Therapiewahl wurden vor allem in der Vergangenheit in zahlreichen Veröffentlichungen sowohl die Vor- und Nachteile als auch die positiven und negativen Behandlungsergebnisse von operativen bzw. konservativen Therapien bei Tibiakopffrakturen dokumentiert und diskutiert. Heutzutage besteht ein weitreichender Konsens darüber, dass zumeist lediglich bei nicht dislozierter Tibiakopffraktur mit stabiler Bandführung des Kniegelenkes die konservative Behandlung bevorzugt wird, und dass ansonsten d.h., bei allen weiteren Frakturtypen, vorzugsweise die chirurgische Versorgung gewählt wird. Ein Meilenstein dafür war vor allem die Entwicklung von Osteosynthesematerial und Operationstechniken nach den Prinzipien der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (AO), wodurch die operative Versorgung der Tibiakopffrakturen gegenüber der konservativen Behandlung ab Ende der 70-iger Jahre um das Dreifache anstieg (TSCHERNE et al. 1984; HOLZ et al. 1985; MÜNST et al. 1990) und entsprechend zu einer enormen Weiterentwicklung in diesem Gebiet führte. Im untersuchten Zeitraum von 1991 bis 1996 erfolgte deshalb auch im Martin-Luther-Krankenhaus die Versorgung der Tibiakopffrakturen, mit über 90 %, hauptsächlich operativ.

Ein weiteres, wichtiges Kriterium für den Therapieerfolg operativ versorgter Tibiakopffrakturen, stellt der Operationszeitpunkt dar. In der Literatur werden auch diesbezüglich unterschiedliche Ansichten vertreten. DUSTMANN und SCHULITZ (1975); BIMLER (1978) und MUGGLER et al. (1978) empfehlen grundsätzlich eine sofortige Operation der Tibiakopffrakturen mit der Begründung, daß einerseits aus dem bestehenden Hämarthros ein Knorpelschaden entstehen kann, und das dadurch letztlich die Arthroseentwicklung begünstigt wird. Andererseits erlaubt die Frühversorgung eine rasche Mobilität der Patienten, wodurch die Gefahr systemischer Komplikationen wie beispielsweise Pneumonie oder tiefe Beinvenenthrombose reduziert werden. Demgegenüber wird von anderen Autoren wie WAGNER und JACOB (1986); BETZ et al. (1989) und ARMAN (1993) die Verschiebung der Operation um einige Tage als günstiger angesehen. Die Argumentation lautet hier, dass die postoperativen Komplikationen wie Infektionen und Wundheilungsstörungen nach der verzögerten Versorgung gegenüber der sofortigen Frühversorgung, deutlich niedriger sind, da das Operationsteam dann optimiert ist. Die Reduzierung der

Komplikationsrate vor allem hinsichtlich der Infektion und Weichteile, basiert auf der Erfahrung, dass die Patienten besser erst nach Abschwellen und Konsolidierung der Weichteile unter vorübergehender Ruhigstellung operativ versorgt werden, womit man durchschnittlich erst 5 bis 7 Tage nach dem Trauma rechnen kann. Die hohe Infektionsrate bei operativ versorgten Tibiakopffrakturen resultiert pauschal ausgedrückt, aus der falschen Wahl des Operationszeitpunktes (BURRI et al. 1979; BETZ et al. 1989), einer ungünstigen Y- und S-förmigen Schnittführung (TRALLES et al. 1990) sowie insgesamt aus wenig gewebe-schonenden Operationsverfahren (WAGNER und JAKOB 1986; MUHR und NEUMANN 1990) und möglicherweise auch aus einer zu umfassend gewählten Versorgung (z.B. gleichzeitige Kniebandverletzung).

In der unfallchirurgischen Abteilung des Martin-Luther-Krankenhauses erfolgte die operative Versorgung der Tibiakopffrakturen durchschnittlich 5,6 Tage nach dem Unfall. Wir vertreten die Meinung, dass gegebenenfalls die Vorteile einer verzögerten Frühversorgung deren mögliche Nachteile überwiegen; wenngleich auch innerhalb unserer Nachuntersuchungsgruppe keine klare Korrelation weder zwischen dem Operationszeitpunkt und Wundheilstörungen noch hinsichtlich Operationszeitpunkt und posttraumatischer Arthrosen festgestellt werden konnte. Insgesamt ist hierbei jedoch zu berücksichtigen, dass die Zahl der sofort versorgten Tibiakopffrakturen mit 7,6 % vergleichsweise gering ist. Die Patienten, die zu einem späteren Zeitpunkt operiert wurden und einen höheren Arthroseggrad aufwiesen, waren entweder polytraumatisiert oder nach vorausgegangener konservativer Behandlung operiert worden, wodurch auch andere Faktoren die Arthrosebildung ursächlich beeinflusst haben können.

Die operative Versorgung der Tibiakopffrakturen erfolgte in den letzten Jahren durch „offene“ und „geschlossene“ Operationsverfahren. Bei der „offenen“ Frakturversorgung bilden T- und L-Platten sowie eine Schraubenosteosynthese die Grundlage für eine stabile Osteosynthese. In unserer nachuntersuchten Patientengruppe wurden die Tibiakopffrakturen in 62 Fällen „offen“, in 5 Fällen „arthroskopisch assistiert“ versorgt und in einem Fall erfolgte die Versorgung direkt unter Bildwandlerkontrolle und Fixateur externe.

#### 4.5.1 Arthroskopisch assistierte minimal-invasive Osteosynthese

Die Technik der geschlossenen Reposition am Tibiakopf wird seit geraumer Zeit durchgeführt. Gesicherte positive Ergebnisse waren allerdings lange Zeit nicht repräsentativ, da häufig auf Grund technischer Probleme und unzureichend geeigneter Implantate, die gewünschten Therapieerfolge negativ beeinträchtigt wurden (LOBENHOFFER et al. 1996). Das Bestreben, die Auswirkungen des Traumas so gering wie möglich zu halten und weichteilschonende Operationsverfahren zur Verminderung der Infektionsgefahr zu etablieren, hat daraufhin zur Entwicklung neuer Versorgungsmethoden und -techniken der minimal-invasiven Osteosynthese bei bestimmten Tibiakopffrakturen geführt. Einer der wesentlichen Vorteile den die arthroskopisch assistierte Methode bietet besteht darin, dass Nebenverletzungen wie beispielsweise Meniskusläsionen oder Knorpelschäden sowohl diagnostiziert als auch zum Teil sofort therapiert werden können.

Bei unseren nachuntersuchten Patienten wurden 5 Tibiakopffrakturen mittels arthroskopisch assistierter Osteosynthese versorgt. Betroffen waren 4 Frauen und 1 Mann, mit einem durchschnittlichen Alter von 54 Jahren (27-83 Jahre). Bei den Frakturformen handelte es sich nach AO-Klassifikation in je 2 Fällen um eine B1- und B2- sowie in einem Fall um eine B3-Fraktur. Als intraoperative Begleitverletzung konnte bei einer Patientin eine vordere Kreuzbandruptur und bei einem weiteren Patienten eine degenerative Veränderung am medialen Meniskus-Hinterhorn diagnostiziert werden. Es traten keine Frühkomplikationen auf. Im Zuge einer Spätkomplikation musste ein Patient wegen bestehender Kniebeschwerden und Meniskuszeichen 2-mal arthroskopiert werden, wobei eine Meniskusteilresektion durchgeführt wurde. Alle Frakturen heilten problemlos.

Die funktionellen Resultate wurden nach Rasmussen-Score bestimmt. Es ergaben sich in einem Fall „sehr gute“ und bei den 4 weiteren Fällen „gute“ Ergebnisse. Als subjektive Befunde nach Fragebogen, wurde in 2 Fällen „keine Beschwerden“, in einem Fall „leichte“ und in 2 Fällen „mäßige Beschwerden“ angegeben. Diese Patienten hatten im Vergleich zu offen versorgten Tibiakopffrakturen insgesamt eine kürzere stationäre Verweildauer - wobei ältere Patienten mit osteoporotischen Knochen eines längeren Krankenhausaufenthaltes bedurften als die jüngeren, besser beweglichen Patienten. In Anbetracht der mit

5 Fällen niedrigeren Patientenzahl mit minimal-invasiver Osteosynthese, konnte jedoch keine statistisch sichere Aussage getroffen werden.

LOBENHOFFER et al. (1996) ermittelten in ihrem Patientengut sehr gute klinische und radiologische Ergebnisse. Die Untersuchungen von GAVLIK et al. (1999) und MEIJER et al. (1999) ergaben, dass ausgewählte Tibiakopffrakturen durch die arthroskopisch assistierte minimal-invasive Osteosynthese mit gutem Erfolg stabilisiert werden können. Weiterhin wurde in zahlreichen Publikationen über die Machbarkeit der minimal-invasiven Osteosynthese sowie die Vorteile dieses Operationsverfahrens, wie beispielsweise kürzere stationäre Aufenthalte und frühere Belastbarkeit, mit guten Resultaten berichtet (HOLZACH und MATTER 1988; FOWBLE C.D. et al. 1993; WALLENBÖCK und LEDINSKI 1993; TROUILLIER et al. 1995).

Insgesamt bieten die arthroskopischen Operationsverfahren zweifellos viele Vorteile. Eine umfassende Analyse hinsichtlich deren Effizienz und tatsächlichen Effektivität liegt jedoch bislang noch nicht vor. Nicht zuletzt deshalb warnt HERTEL (1997) vor einer kritiklosen Anwendung der Arthroskopie in der Frakturbehandlung des Tibiakopfes und weist auch auf mögliche Komplikationen im Zusammenhang mit der Benötigung erheblicher Spülmengen hin. Die dadurch stattfindende schnelle Weichteilinfiltration birgt die Gefahr eines Kompartmentsyndroms.

#### 4.5.2 Spongiosaplastik

Bei bestimmten Tibiakopffrakturen wird zur anatomischen Wiederherstellung der Gelenkfläche bzw. zur Auffüllung des Spongiosadefektes seit langem unterschiedliches Spongiosamaterial eingesetzt. Die Transplantate sind autolog, homolog oder heterolog. Die biologische Wertigkeit der autologen Spongiosatransplantate zur Behandlung und Sanierung der Knochendefekte sind weitgehend unumstritten (SCHWEIBERER 1971; 1982; BURRI und WOLTER 1977; SAUER et al. 1978; BÖRNER 1985). Hinsichtlich der Anwendung autologer und homologer Spongiosaplastiken wurden die Vor- und Nachteile bei der Behandlung von Knochendefekten in der Literatur häufig gegenübergestellt

(SCHMIDT 1989; ARMAN 1993). In der vorliegenden Arbeit wurde die Wertigkeit der beiden autologen Spongiosaplastikverfahren bei Tibiakopffrakturen, einmal die reine Spongiosa sowie der keilförmige kortikospongiöse Span, vergleichend untersucht.

In unserer Nachuntersuchungsgruppe wurden in insgesamt 40 Fällen (58,8 %) autologe Spongiosaplastiken durchgeführt, davon wurden in 24 Fällen (35,3 %) reine Spongiosa und in 16 Fällen (23,5 %) keilförmige kortikospongiöse Späne, beide aus dem Beckenkamm, verwendet. Es wurde jeweils ein Vergleich der beiden Spongiosaplastiken in Abhängigkeit vom Arthrosegrad und der Beinachse vorgenommen:

In Bezug zur posttraumatischen Arthroseentstehung zeigt sich, dass die beginnende bis leichte Arthrose bei keilförmigen Kortikospongiosaplastiken um 10 % niedriger liegt als bei der reinen Spongiosaplastik. Dagegen liegt die mäßige Arthrose bei der keilförmigen Spongiosa dreimal so hoch wie bei der reinen Spongiosa. Eine schwere Arthrose kam nur bei der reinen Spongiosagruppe vor. Die erhöhte Arthroserate (Grad III) bei der keilförmigen Spongiosa erklärt sich dadurch, dass ca. 30 % der mit einem keilförmigen kortikospongiösen Span behandelten Patienten sowohl einen Frakturtyp C3 als auch präexistente arthrotische Veränderungen hatten.

In Abhängigkeit von der Beinachse zeigt der Vergleich beider Spongiosaplastikmethoden, dass in beiden Verfahren mit jeweils rund 55 %, die deutliche Mehrheit der Patienten eine gerade Beinachse hatten. Während nach der reinen Spongiosaplastik 41,6 % der Fälle eine Valgusfehlstellung zeigten, war dies nach der keilförmigen Spongiosaplastik bei 25,0 % der Patienten der Fall. Eine Varusfehlstellung wiesen 4,2 % der Patienten mit reiner Spongiosaplastik und 18,8 % mit keilförmiger kortikospongiöser Spongiosaplastik auf. Allerdings lässt die erhöhte Prozentzahl der Varusfehlstellungen bei keilförmiger kortikospongiöser Spongiosa keine eindeutigen Rückschlüsse auf die Ursachen zu. Vielmehr könnte die relativ geringe Zahl an Valgusfehlstellungen bzw. erhöhte Anzahl von Varusfehlstellungen bei der keilförmigen Spongiosaplastik gegenüber der reinen Spongiosaplastik, bei vielen der lateralen Impressionsfrakturen dafür sprechen, dass durch die festere Kortikospongiosa eine Einsinkung verhindert und eine leichte

Überkorrektur erhalten wurde. Eine genaue Aussage lässt sich allerdings in Folge der Messmethoden nicht machen.

Sowohl die klinischen als auch die radiologischen Behandlungsergebnisse der beiden Therapiemethoden lassen, unabhängig vom Frakturtyp, keine wesentlichen Unterschiede in der therapeutischen Wertigkeit bzw. Wirksamkeit erkennen, da für beide Methoden vergleichbare positive und negative Resultate vorliegen. Hinsichtlich der Frakturtypen zeigt die Studie jedoch im Vergleich der einzelnen Fälle geringgradige Unterschiede zwischen den beiden Spongiosagruppen auf. So wiesen Patienten mit B2- bzw. B3-Frakturen nach der Versorgung mit keilförmigen Spongiosaplastiken bessere klinische Ergebnisse auf, was darauf schließen lässt, dass bei bestimmten Fällen mit entsprechenden Voraussetzungen mit dieser Therapieform günstigere Ergebnisse erzielt werden können. Darüber hinaus ergänzen sich beide Verfahren: Keilförmige Kortikospongiose eignet sich bei flächenhaften randständigen Impressionen, während „reine“ Spongiosa mehr bei zentraler Unterfütterung angewendet wird.

#### 4.6 Postoperative Komplikationen

Jede im Rahmen der Tibiakopffrakturen durchgeführte operative Behandlung birgt Komplikationsrisiken wie beispielsweise Infektionen, Achsfehlstellungen, neurovaskuläre Verletzungen, Kondylennekrosen, Pseudoarthrosen oder post-traumatische Arthrosen in sich. Gerade aufgrund der erhöhten Komplikationsrate geriet die operative Versorgung auch stark in die Kritik, wobei die Infektionen eine dominante Rolle spielten und als schwerste Komplikationsform beschrieben wurde. In der Literatur werden diesbezüglich verschiedene Erklärungsaspekte angeführt. ALLGÖWER (1971) spricht von einer mangelhaften Asepsis, VITTALI (1974) und FRIEDRICH (1975) sehen die technisch ungenügende Fixation der Fragmente sowie die unzureichende Unterfütterung als Hauptproblem an. SPRING et al. (1976) und TRALLES (1990) beschreiben ungünstige Schnittführungen, BETZ et al. (1989) sehen im Operationszeitpunkt und HOLZ et al. (1985); WAGNER und JAKOB (1986) und MUHR und NEUMANN (1990) im unzureichend gewebeschonenden Operationsverfahren die Ursachen der



erhöhten Infektionsrate. Im Literaturvergleich ist erkennbar, dass in vielen Studien zur Nachuntersuchung häufig nur die Infektionen oder Wundheilstörungen als lokale Komplikationen angeführt werden. WAGNER und JAKOB (1986) sprechen beispielsweise von 38,5 % Wundheilungsstörungen und 15 % tiefen Infekten. Das heißt, ein grundsätzliches Problem stellt die Tatsache dar, dass unter dem Begriff „Infekt“ oft verschiedene Befunde subsummiert werden, was dazu führt, dass Aussagen zu Infektionen nach der operativen Versorgung von Tibiakopffrakturen in der Literatur uneinheitlich sind. Während einige Autoren die Wundrandnekrose und Wunddehizienz anführen, differenzieren andere zwischen oberflächlichen und tiefen bis auf den Knochen reichenden Infekten. Die Angaben hierzu variieren in der Literatur ganz erheblich zwischen 1,2 % nach TSCHERNE et al. (1984) und 38,5 % nach WAGNER und JAKOB (1986).

Die hohe Komplikationsrate nach operativer Behandlung von Tibiakopffrakturen ist durch die konsequente Weiterentwicklung der Operationsmethoden stetig gesunken; wobei die Entwicklung adäquater Operationsmaterialien, die Etablierung neuer Techniken sowie die Verbesserung der Asepsis den entscheidenden Anteil an der Reduzierung von Komplikationen bzw. deren Ursachen haben.

Tabelle 24: Postoperative Komplikationen in Vergleich mit Literaturangaben

<b>Autor</b>	<b>Wundheil- störung</b>	<b>Ostitis</b>	<b>Empyem</b>	<b>Systemische Komplikati- onen</b>	<b>Peroneus- läsion</b>
Spring 1976	8,6 %	*	*	*	*
Muggler 1978	5,5 %	0,7 - 9,5 %	--	--	1,3 - 2,4 %
Holz 1985	5,7 %	5,7 %	1,4 %	4,8 %	1,4 %
Wagner 1986	38,5 %	2,5 %	*	20 %	*
Friedl 1987	11,3 %	2,5 %	--	*	*
Tralles 1990	10,9 %	12 %	4,0 %	10 %	*
Arman 1993	6,4 %	1,3 %	2,5 %	1,3 %	*
Widmann 1994	--	1,0 %	2,0 %	*	*
Eigene	5,9 %	--	--	3,0 %	4,5 %

\* keine Angaben -- nicht vorhanden

In obiger Tabelle, wurden einige in der Literatur angeführten Komplikationen ermittelt und dargestellt. Weichteilinfektionen sind dabei oberflächliche und tiefe Wundheilungsstörungen, jedoch ohne Knochen- bzw. Gelenkbeteiligung. Den systemischen Komplikationen sind kardiopulmonale bzw. Beinvenenthrombosen zugeordnet. - Es sei darauf hingewiesen, dass die genannten Unterschiede in den Zahlenangaben auf einer unzureichenden Betrachtung und Differenzierung der einzelnen Komplikationen beruhen kann.

In unserer Nachuntersuchung entsprechen sowohl die Wundheilungsstörungen mit 5,9 % als auch die systemischen Komplikationen mit 3,0 % den durchschnittlichen Angaben in der Literatur. Die partielle Peroneusparese liegt mit 4,5 % höher als in den Vergleichstudien. Allerdings konnten bei den Spätergebnissen keine Peroneusparesen mehr diagnostiziert werden. Infektionen traten keine auf.

Als weitere Spätkomplikation ist neben der Arthrose die Sinterung der angehobenen Imprime anzusehen. In der Literatur wird über eine Nachsinterung trotz Spongiosaplastik zwischen 1,3 % bei ARMAN (1993); 6,2 % bei GLAUSER et al. (1987); 9,2 % bei HEUER (1996) und 12,4 % gemäß PLAUE et al. (1990) berichtet. Als Ursachen solcher Komplikationen werden frühzeitige Belastung, nicht ausreichende Unterfütterung, starke Osteoporose sowie instabile Osteosynthese genannt. Bei unserer nachuntersuchten Patientengruppe kam es aus den oben genannten Gründen, analog zu den Literaturangaben, in 4 Fällen zu einer Sinterung.

Die im eigenen Krankengut günstig ausgefallenen Ergebnisse bezüglich der Infektionen zeigen, dass eine Bevorzugung der operativen Behandlung nicht unbedingt mit einem höheren Infektrisiko einhergehen muss. Dies ist wahrscheinlich einerseits auf die Einhaltung der erwähnten Grundsätze, also hauptsächlich richtige Wahl des Operationszeitpunktes, günstiger gezielter Hautschnitt sowie knochen- und weichteilschonende Osteosynthesetechnik und andererseits auf die geringe Anzahl der offenen Frakturen (8,8 %) zurückzuführen.

#### 4.7 Nachuntersuchungsergebnisse

Für die Beurteilung der Spätergebnisse ist neben dem Untersuchungsverfahren die Nachuntersuchungszeit, also die Zeitspanne zwischen dem Trauma und der Nachuntersuchung, ein wichtiger Parameter (KUSS und FELDER 1965). Die Nachuntersuchungszeit variiert in der Literatur durchschnittlich zwischen 2,6 Jahren (MUGGLER et al. 1978) und 9 Jahren (JAHNA et al. 1976).

In der vorliegenden Arbeit liegt die durchschnittliche Nachuntersuchungszeit bei 3,8 Jahren, wobei die kürzeste Spanne 2 Jahre und die längste 7 Jahre nach dem Unfall betrug. Wir vertreten die Ansicht, dass eine Zeitspanne von mindestens 2 Jahren erforderlich ist, um die komplette Heilung bzw. Belastung sowie arthrotische Veränderungen des betroffenen Kniegelenkes beurteilen zu können. Andererseits sollte die obere Grenze nicht mehr als 10 Jahre überschreiten. Die Obergrenze von 10 Jahren begründen wir, entgegen der Auffassung von EBERLE (1974), der erst eine Zeitspanne von 10 bis 25 Jahren als echte Spätergebnisse bezeichnet, damit, dass aufgrund der spezifischen Altersverteilung bei den Tibiakopffrakturpatienten besondere Probleme auftreten können. Konkret haben in unserer Patientengruppe rund 29 % der Patienten zum Unfallzeitpunkt bereits das 60. Lebensjahr überschritten. Es ergibt sich somit die Schwierigkeit, dass bei einer zu großen Zeitspanne, viele Patienten aus Krankheits- oder Altersgründen bzw. weil diese bereits verstorben sind, für eine Nachuntersuchung nicht mehr zur Verfügung stehen. Zwangsläufig käme es ansonsten zu verfälschten Ergebnissen, da der Fokus der Erfassung auf den jüngeren Patienten läge.

Ein weiterer zentraler Punkt, der bei den Spätergebnissen hinsichtlich deren Vergleichbarkeit und Repräsentativität eine große Rolle spielt, ist die Nachuntersuchungsquote. In der Literatur wird die Nachuntersuchungsrate zwischen 22 % (EBERLE 1974) und 81 % (MUGGLER et al. 1978) beschrieben. Hier besteht eine Diskrepanz zwischen Nachuntersuchungszeit und Nachuntersuchungsrate. Das heißt, je länger die Nachuntersuchungszeit, desto kleiner wird aus den oben genannten Gründen die Nachuntersuchungsrate. Unsere Nachuntersuchungsquote liegt bei 79,5 % bei einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von 3,8 Jahren und somit im akzeptablen Bereich.

Im Folgenden werden die subjektiven, klinischen und radiologischen Spätergebnisse beschrieben und mit der Literatur verglichen. Ein genauer Vergleich wird allerdings dadurch erschwert, da die Ausgangsbedingungen und Beurteilungskriterien bezüglich des Nachuntersuchungszeitraumes, der Zahl der nachuntersuchten Patienten sowie die klinische, subjektive und radiologische Messskala unterschiedlich sind. MUGGLER et al. (1978) zweifelt aufgrund der stark divergierenden Prozentzahlen der Nachuntersuchungsquoten sogar an der Zulässigkeit der vergleichenden Studien.

#### 4.7.1 Subjektiver Befund

Bei der Begutachtung des Therapieerfolges dürfen nicht nur die fassbaren klinischen Befunde zugrundegelegt werden, vielmehr müssen auch die subjektiven Angaben der Patienten im Hinblick auf deren Befindlichkeit berücksichtigt werden, da sich das individuelle Schmerzempfinden des Patienten sowie dessen Haltung zur eigenen Versehrtheit entscheidend auf die Selbsteinschätzung der aktuellen Situation auswirken. Entsprechend dem persönlichen Naturell des Patienten bzw. dessen aktueller Lebenssituation können die subjektiven Angaben erheblich von den klinischen Fakten abweichen. Dies bestätigen neben anderen Autoren beispielhaft die Angaben von MÜNST et al. (1990), wonach es deutliche Abweichungen zwischen subjektiven und objektiven Befunden gab. Grundsätzlich gilt, dass über den Therapieerfolg in letzter Konsequenz das Befinden des Patienten entscheidet, wodurch die subjektive Einschätzung einen wichtigen Parameter bei der Beurteilung hinsichtlich Nutzen und Erfolg bestimmter Therapieformen darstellt.

Ferner spielen auch persönliche Interessen oder der sogenannte Krankheitsgewinn eine wichtige Rolle bei der Erhebung der Selbsteinschätzung. Die Patienten wurden vorab darüber aufgeklärt, dass diese Untersuchung keinen Einfluss auf ein eventuelles Rentenbegehren hat. Dennoch fiel bei den Patienten, die auf eine Rente abzielten, der subjektive Befund auffallend häufig mäßig bis schlecht aus. Ähnlich wie von anderen Autoren beschrieben (ARENS 1969; ARMAN 1993; WINTER et al. 1998), war auch bei uns, bei vergleichbaren objektiven Befunden

eine Diskrepanz zwischen den subjektiven Angaben von Patienten die berufsgenossenschaftlich versichert bzw. Rentenabsichten hatten und anderen Patienten festzustellen.

Im Gegensatz zu ARMAN (1993), der keine klare Wechselwirkung zwischen dem Frakturtyp und dem Ausmaß der Beschwerden feststellen konnte, war in unserem Patientengut eine Korrelation zwischen Frakturtyp und Ausmaß der Beschwerden festzustellen. Die Patienten der Gruppe 3-Frakturen hatten wesentlich mehr Beschwerden als die anderen Patienten.

Anhand der hier Nachuntersuchten, konnten wir eine Beziehung zwischen dem Arthrosegrad und dem subjektiven Befund darstellen. In der von uns nachuntersuchten Patientengruppe hatten von 41 Arthrosefällen 29 leichte bis starke Beschwerden geäußert. Weiterhin lässt sich eine gewisse Abhängigkeit der Beschwerden vom Ausmaß der Arthrose ableiten, denn 11 von 16 Patienten (68,7 %), die eine mäßige bis schwere radiologisch gesicherte Arthrose hatten, klagten über mäßige bis starke Beschwerden.

Tabelle 25: Subjektiver Befund im Vergleich mit Angaben aus der Literatur

<b>Autor</b>	<b>keine Beschwerden</b>	<b>leichte Beschwerden</b>	<b>mäßige Beschwerden</b>	<b>starke Beschwerden</b>
Muggler 1975	15 %	43 %	33 %	9 %
Holz 1985	*	50 %	*	21,3 %
Plaue 1990	20 %	35 %	38 %	7 %
Arman 1993	30 %	42 %	25 %	5,3 %
Eigene	30,9 %	29,4 %	25 %	14,7 %

\* keine Angaben    -- nicht vorhanden

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren bei unseren Patienten rund 31 % völlig beschwerdefrei, mehr als 50 % klagten über leichte bis mäßige und knapp 15 % über starke Beschwerden. Damit liegt unsere Untersuchung hinsichtlich der subjektiven Einschätzung für starke Beschwerden (14,7 %) mittelgradig zwischen 5 % gemäß ARMAN (1993) und 21,3 % nach HOLZ et al. (1985).

Nach RASMUSSEN existieren bei den nachfolgenden Beschwerden keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Frakturformen. THIELE (1968); HENKERT (1970); COURVOISIER (1973); MUGGLER (1976); HEUER (1996) dagegen ordneten die Beschwerden den jeweiligen Bruchformen zu und konnten zeigen, dass bei Trümmerfrakturen und bikondylären Brüchen die Beschwerden am größten sind (TRAPP 1981).

Für die Bewertung der Nachuntersuchungsergebnisse wurde die Rasmussen-Score verwendet. Diese Score kombiniert objektive und subjektive Parameter und vergibt Punktwerte zwischen 0 und 30. Die folgende Tabelle gibt den Vergleich zwischen den Literaturangaben, deren Beurteilung der Gesamtergebnisse auf der Rasmussen-Score beruht, und den eigenen Ergebnissen wieder.

Tabelle 26: Gemäß Rasmussen-Score – Vergleich Literaturangaben mit eigenen

<b>Autor</b>	<b>sehr gut</b>	<b>gut</b>	<b>mäßig</b>	<b>schlecht</b>
Glauser 1987	53 %	38 %	9 %	00 %
Paster 1996	30,7 %	43,6 %	21,8 %	3,9 %
Eigene	28 %	54,4 %	17,6 %	00 %

Bei der Auswertung des Gesamteindrucks erzielten wir, mit über 80 % der Patienten, ähnlich wie auch die eben genannten Autoren, ein gutes bis sehr gutes Ergebnis. Die restlichen mäßigen Ergebnisse sind auf die Spätkomplikationen, den Frakturtyp und die Rentenerwartung zurückzuführen. Ein schlechtes Ergebnis war nicht zu verzeichnen.

#### 4.7.2 Klinischer Befund

Als Behandlungsziel von Tibiakopffrakturen definiert BÖHLER (1957), eine gute Belastbarkeit und Stabilität sowie achsengerechte Beinverhältnisse und schmerzfreie Beweglichkeit aus der vollen Streckung. Voraussetzung für gute, funktionelle Langzeitergebnisse der betroffenen Kniegelenke, sind eine frühfunktionelle Bewegungstherapie, was wiederum eine stabile Osteosynthese voraussetzt. Ein

sehr wesentliches Kriterium für die Beurteilung der Spätergebnisse, ist die Erfassung der Beweglichkeit des Kniegelenkes. Dabei muss festgestellt werden, ob eine freie Beweglichkeit gegeben ist bzw. wie groß die verbliebenen Einschränkungen sind. Grundsätzlich ist dabei eine eingeschränkte Streckfähigkeit als wesentlich hinderlicher zu beurteilen als ein Beugedefizit (KUSS und FELDER 1965; JAHNA et al. 1976; Holz et al. 1985; ARMAN 1993).

Tabelle 27: Postoperatives Streckdefizit im Vergleich mit Literaturangaben

<b>Autor/ Streckdefizit</b>	<b>bis 5°</b>	<b>bis 10°</b>	<b>bis 20°</b>
Zifko 1969	--	10 %	3,3 %
Muggler 1975	8,4 %	8,0 %	2,1 %
Plaue 1990	*	2,6 %	--
Boszotta 1993	13 %	5,0 %	1,0 %
Arman 1993	5,1 %	9,0 %	1,3 %
Widmann 1994	12 %	6,0 %	1,0 %
Eigene	17,6 %	10,3 %	4,5 %

\* keine Angaben    -- nicht vorhanden

Bei unserer Nachuntersuchungsgruppe liegt die Zahl der Patienten mit einem Streckdefizit bis zu 5° höher als im Literaturvergleich. Die Diskrepanz ist durch die Messmethodik und Messgenauigkeit erklärbar. Mit der im Rahmen unserer Arbeit durchgeführten Messmethode (Vergleich zur Gegenseite und nicht gegen 0°) konnten auch Streckdefizite unter 5° gut gemessen und erfasst werden. Im Gegensatz dazu, wurden Streckdefizite unter 5° in anderen Arbeiten eher vernachlässigt und gelten nach MUGGLER et al. (1978) als mehr oder weniger belanglos. Die Streckdefizite bis 10° entsprechen den Literaturangaben und kamen vorwiegend bei Patienten der Gruppen B3- und C3-Frakturen vor. 3 Patienten (4,5 %) wiesen Streckdefizite von über 10° bis 20° auf. Dies waren Patienten mit Polytrauma bzw. C3-Frakturen.

Tabelle 28: Postoperatives Beugedefizit im Vergleich mit Literaturangaben

<b>Autor/ Beugedefizit</b>	<b>ab 5° bis 15°</b>	<b>bis 20°</b>	<b>über 30°</b>
Zifko 1969	--	63,3 %	20 %
Muggler 1975	--	--	7,7 %
Plaue 1990	*	*	8,8 %
Boszotta <sup>1</sup> 1993	9,0 %	27 %	24 %
Arman 1993	40 %	9,0 %	5,1 %
Widmann 1994	--	--	23 %
Eigene	33,8 %	13,2 %	5,9 %

\* keine Angaben      -- nicht vorhanden

Bei der Datenerhebung wurden die Beugedefizite bis 5° nicht berücksichtigt, da dies hinsichtlich der Funktionalität des Kniegelenkes, keinen wesentlichen Einfluss aufweist.

Beim Flexionsdefizit stimmen unsere Ergebnisse weitgehend mit den Untersuchungsergebnissen von ARMAN (1993) überein. Allerdings wurden in der Literatur in aller Regel erst die Beugungsdefizite über 30° berücksichtigt. In Übereinstimmung mit RASMUSSEN (1971) und VITALLI et al. (1974) sind wir der Meinung, dass Beweglichkeitsdefizite als Folge längerer Ruhigstellung der betroffenen Kniegelenke auftreten. Daher vertreten wir, ebenso wie DUSTMANN und SCHULITZ (1973) die Ansicht, dass nur eine kurzfristige Ruhigstellung des Kniegelenkes gute Ergebnisse erwarten lässt. Unsere Nachuntersuchungsergebnisse bestätigen dies.

Hinsichtlich weiterer, arthrosebegünstigender Faktoren fällt die Bandinstabilität deutlich ins Gewicht. RASMUSSEN (1973) beschreibt unter anderem eine signifikante Häufung der Gonarthrosen bei Bandinstabilitäten nach Tibiakopffrakturen, jedoch nicht bei muskulär kompensierbaren Instabilitäten.

In der Literatur variiert die Bandinsuffizienz nach Tibiakopffrakturen ohne große Differenzierung derer, zwischen 12,9 % gemäß ITTNER und JASKULKA (1990) und 39,5 % bei HOLZ et al. (1985). Die weiteren Angaben hierzu sind von

<sup>1</sup> Die Einteilung von BOZOTTA (1993) erfolgte in 10er Abstufungen (bis 10°/ bis 20°/ über 30°)



ROHRBECK und TROEGER (1990) mit 13,3 %, DICKOB und MOMMSEN (1994) 36,2 %, ARMAN (1993) 18,4 % und WIDMANN (1994) 26,3 %. In den Literaturangaben sind mediale Instabilitäten weitaus öfter anzutreffen als laterale. Dies erklärt sich durch häufigere laterale Stauchungsfrakturen, die zu einer absoluten oder relativen medialen Bandläsion führen können (MÜLLER et al. 1992). Die Differenzierung zwischen relativen und absoluten Bandläsionen sind allerdings nur durch gehaltene Röntgenaufnahmen möglich.

In der eigenen Nachuntersuchung kamen Bandinstabilitäten bei insgesamt 32 Patienten (50 %) vor. Diese Zahl muss jedoch relativiert werden, da bei 23 dieser Patienten (35,9 %) lediglich eine leichte Seitenbandlockerung bzw. leichte (+) Kreuzbandinsuffizienz festgestellt wurde, welche jedoch muskulär kompensierbar waren und weder zu einem Instabilitätsgefühl noch zu einer Gangunsicherheit führten. Relevant waren folglich nur 9 Patienten mit subjektiv instabiler Bandinsuffizienz und Gangunsicherheit. Somit beträgt im eigenen Nachuntersuchungsgut der Anteil der Bandinstabilitäten 13,6 % (9 von 64 Fällen) und kann im Vergleich mit den Literaturangaben als insgesamt zufriedenstellend bewertet werden.

In der Behandlung eines Kniebandschadens bei Tibiakopffrakturen ist Ruhigstellung kein geeignetes Mittel (DICKOB und MOMMSEN 1994). Wir behandelten die Seitenbandinstabilitäten deshalb konservativ funktionell, die vorderen Kreuzbandläsionen, wurden sekundär durch eine vordere Kreuzbandplastik aus dem Ligamentum Patellae versorgt. Abschließend sei erwähnt, dass bei Patienten mit ligamentären Instabilitäten eine erhöhte Arthroseneigung nicht sicher nachweisbar ist (HOLZ et al. 1985).

In der Literatur wurde vielfach beschrieben, dass traumatisch bedingte Beinachsenfehlstellungen bei Tibiakopffrakturen zur Entwicklung einer posttraumatischen Arthrose führen können (RASMUSSEN 1973; HOLZ et al. 1985; LOBENHOFFER und TSCHERNE 1989). Neben dem eigentlichen Trauma kommen als Ursache für die Achsenverlagerungen vor allem die ungenügende spongiöse Unterfütterung und Reposition der Fraktur in Frage. Ferner können diese Komplikationen auch durch Meniskotomie, Bandlockerungen sowie die Entwicklung einer Gonarthrose mit Gelenkspaltverschmälerung hervorgerufen werden.

Die folgende Tabelle zeigt Achsenfehlstellungen bei Tibiakopffrakturen im Vergleich mit den Angaben aus der Literatur.

Tabelle 29: Achsenfehlstellungen im Vergleich mit Literaturangaben

<b>Autor / Beinachse</b>		<b>Valgus</b>	<b>Varus</b>	<b>Antekurviation</b>	<b>Retrokurviation</b>
Zifko	1969	32,8 %	5,1 %	13 %	2,8 %
Muggler	1975	14,6 %	6,6 %	1,3 %	1,3 %
Arman	1993	14,1 %	3,8 %	1,3 %	--
Widmann	1994	17 %	9,0 %	*	*
Heuer	1996	38,1 %	14,3 %	--	2,4 %
Eigene		32,8 %	9,4 %	--	--

\* keine Angaben      -- nicht vorhanden

Valgusfehlstellungen kommen insgesamt häufiger vor als Varusfehlstellungen, was obige Tabelle eindeutig erkennen lässt. In der eigenen Nachuntersuchungsgruppe ist der Anteil der Valgusfehlstellungen teilweise nochmals höher, als der mit der vergleichenden Literatur. Diese Diskrepanz erklärt sich wahrscheinlich aufgrund der unterschiedlichen Messmethoden - wir beispielsweise führten die Achsvermessung unter Belastung durch - sowie der jeweiligen Messgenauigkeit. Während HEUER (1996) und wir den Fehlstellungsgrad differenzierten, waren bei vielen anderen Studien die Aufteilungen und Zuschreibungskriterien nicht nachvollziehbar. Zudem kommen Achsabweichungen im Allgemeinen vermehrt bei Gruppe-3-Frakturen vor. In unserem Patientengut waren die Gruppe-3-Frakturen am häufigsten vertreten. Konkret, kamen bei uns Achsabweichungen bei knapp dreiviertel (74,1 %) der Patienten der Gruppe-3-Frakturen mit Achsfehlstellung vor - davon waren 44,4 % C3-Frakturen. MÜNST et al. (1990) beschreiben in ihrer Studie 25 % der Achsabweichungen bei Trümmerfrakturen und weisen darauf hin, dass eine genaue Achsenkorrektur und Wiederherstellung des Tibiaplateaus wesentlichen Einfluss auf das Ergebnis haben.

SCHREIBER et al. (1976) und RASMUSSEN (1973) erkannten anhand ihrer Studien, dass die Arthroserate bei Achsenfehlstellungen deutlich erhöht war und differenzierten weiter, dass Arthrosen bei Varusfehlstellungen weitaus häufiger

anzutreffen waren als bei Valgusfehlstellungen. SCHAUWECKER (1976) berichtet über eine häufigere Arthrose an beiden Tibiakondylen bei Varusfehlern im Gegensatz zu isolierten Arthrosen am lateralen Kondylus bei Valgusfehlern. Dies erklärt er mit den lateral und medial spezifischen, anatomischen Verhältnissen. Während der Varusfehler durch den Tractus iliotibialis bis zu einem gewissen Grad kompensiert werden kann, existiert solch ein Mechanismus für den Valgusfehler nicht. Der Tractus iliotibialis wirkt den immensen Druckbelastungen des medialen Kondylus entgegen, während beim Valgusfehler nur die Bänder stabilisierend wirken können. Geringe Überbelastung am lateralen Kondylus führt hier folglich bereits zu einer progressiven Dekompensation. Wie sich aus der Tabelle 18 ergibt, ist bei unseren Patienten in 22 von 27 Fällen mit Achsfehlstellung eine Arthroseentwicklung zu beobachten, davon in 13 Fällen eine beginnende bis leichte und in 9 Fällen eine mäßig bis schwere Arthrose. Während 37,5 % bei Valgusfehlstellungen eine mäßig bis schwere Arthrose aufweisen, entsteht unter Varusfehlstellung in 50 % der Fälle eine mäßig bis schwere Arthrose.

Abschließend ist festzuhalten, dass Achsfehlstellungen für uns zwar ein Grund für die Entstehung posttraumatischer Arthroseentwicklungen darstellen, dass jedoch wegen der geringen Patientenzahl unsere vorliegenden Ergebnisse - entgegen denen von HOHL und LUCK (1956), die eine deutliche Korrelation beschrieben - diesen Nachweis nicht sicher erlauben.

#### 4.7.3 Radiologischer Befund

Die Funktionsfähigkeit eines Gelenkes ist hauptsächlich von der regelrechten anatomischen Ausformung der Gelenkflächen, von stetigen Belastungsreizen und der adäquaten Versorgung des Knorpelgewebes abhängig. Durch ein Trauma werden alle drei Bedingungen in der Regel erheblich negativ beeinflusst, was in der Folge zur Entwicklung einer posttraumatischen Arthrose führen kann. Dies gilt insbesondere für Tibiakopffrakturen, da das Kniegelenk aufgrund seiner besonderen Anatomie und der im Normalfall hohen Belastung, äußerst empfindlich auf äußere Einflüsse reagiert.

Verschiedene Autoren nennen unterschiedliche prädisponierende Faktoren, die ursächlich zur Entstehung posttraumatischer Arthrosen führen können. Während DUSTMANN und SCHULITZ (1975) und COTTA und PUHL (1976) unter anderem die enzymatische Schädigung der Knorpelmatrix und MÜLLER und THELEN (1976) die Durchblutungsstörung des Knorpels durch Zerstörung des subchondralen Gefäßnetzes als Ursache sehen, ziehen andere Autoren wie beispielsweise WILPULLA und BAKALIM (1972); RASMUSSEN (1973) oder MUGGLER et al. (1978 ) aus umfangreichen Studien den Schluss, dass die verbleibende Inkongruenz der Gelenkfläche, die Achsfehlstellung und die ligamentäre Instabilität als Hauptursachen für die Entwicklung der posttraumatischen Arthrose verantwortlich sind.

Dessen ungeachtet, räumen jedoch sämtliche Publikationen ein, dass eine Arthrose auch dann auftreten kann, wenn die Gelenkflächen zufriedenstellend reponiert und ausreichend fixiert wurden (HOLZ et al. 1985).

Die Arthroserate bei Tibiakopffrakturen schwankt in der Literatur, je nach Beurteilungskriterien und Nachuntersuchungszeitraum, zwischen 21 % RASMUSSEN (1973) und 85,5 % (HOLZ et al. 1985). SCHULITZ et al. (1973) berichten über eine Arthroserate bis 77,5 % für einen Nachuntersuchungszeitraum von 20 Jahren und BOSZOTTA et al. (1993) über 37 % der Patienten mit III- bis IV-gradiger arthrotischer Veränderung für einen Nachuntersuchungszeitraum von durchschnittlich 6,1 Jahren. Die Bandbreite der Zahlen resultieren aus der Tatsache, dass Häufigkeit und Schweregrad der Arthrose jeweils sowohl vom Untersuchungszeitraum als auch von der verwendeten Arthroseklassifikation abhängig sind. Hauptursache für posttraumatische Arthrosen ist aus unserer Sicht die radiologisch diagnostizierte Arthrose in Abhängigkeit vom Frakturtypen. Wir konnten analog zu anderen Autoren (KNARSE et al. 1990; BOSZOTTA et al. 1993) feststellen, dass sich die Arthroserate je nach Schweregrad der Fraktur erhöht, so dass erwartungsgemäß die Gruppe-3-Frakturen nach AO-Klassifikation maximale Arthroseraten aufweisen.

Eine weitere wichtige Komponente, die zu einer posttraumatischen Arthrose führt, ist die Achsfehlstellung (HOHL, M. 1967; WILPULLA und BAKALIM 1972; RASMUSSEN 1973; HIERHOLZER et al. 1975; SCHAUWECKER 1976; etc.). Bei unseren Patienten wurde bei gut einem Drittel aller Patienten mit Achsfehl-

stellung, eine mäßig bis schwere Arthrose nachgewiesen. Damit besteht eine gewisse Übereinstimmung mit den eben genannten Autoren.

ARMAN (1993) berichtet über eine bestimmte Wechselwirkung zwischen Arthroseentwicklung und Operationszeitpunkt. Diese Korrelation konnte nach unseren Untersuchungsergebnissen nicht bestätigt werden.

Weiterhin wird in der Literatur über eine signifikante Korrelation zwischen dem Alter der verunfallten Patienten und der posttraumatischen Arthrose berichtet (SCHULITZ et al. 1973; CHAPCHAL 1978; MUGGLER et al. 1978; BOSZOTA et al. 1993; HEUER 1996). Nach unseren Untersuchungsergebnissen konnten wir keine eindeutige Zunahme des Arthrosegrades bei älteren Patienten feststellen. Wir gehen jedoch davon aus, dass mit steigendem Alter, die präexistenten arthrotischen Veränderungen eine begünstigende Wirkung auf die posttraumatische Arthrose ausüben und dadurch die Arthroserate erhöhen.

Nach WILLAUSCHUS et al. (1995) spiegeln die radiologischen Befunde nicht zwingend die klinischen Symptome wieder. Gemäß ihrer Untersuchung wiesen 40 % der Patienten asymptomatische radiologische Veränderungen auf. Die Nichtübereinstimmung zwischen radiologischem und klinischem Bild bestätigten weitere Autoren wie beispielsweise SCHULITZ et al. (1973) und MUGGLER et al. (1978). Auch MÜNST et al. (1990) bestätigt eben Genanntes und kommt ferner zu dem Ergebnisse, dass der gesamte objektive Befund deutlich von der subjektiven Beurteilung des Patienten abweicht. Nach unseren Untersuchungsergebnissen lässt sich dagegen eine gewisse Abhängigkeit zwischen dem Auftreten einer Arthrose und dem Beschwerdebild nachvollziehen. 11 von 16 Patienten (68,7 %) mit radiologisch nachgewiesenem, mäßig bis schwerem Arthrosegrad, klagten entsprechend über mäßige bis starke Beschwerden.

Die Arthrose wird nach Tibiakopffrakturen im gesamten Schrifttum häufig erwähnt. Dabei sollte allerdings nicht übersehen werden, dass die traumatischen Einwirkungen selbst, also die rein mechanische und in der Folge auch enzymatische Schädigung des Gelenkes zur Arthroseentwicklung führen können. Dies wird besonders an den Patienten deutlich, die eine Arthrose entwickelt haben, ohne die genannten arthrosebegünstigenden Faktoren, wie vor allem Beinachsenabweichungen, Bandinstabilitäten oder Gelenkflächenveränderungen,

aufzuweisen. Eine operative Versorgung kann somit zwar das Ausmaß der Arthrose positiv beeinflussen, nicht jedoch die Arthrose vermeiden.

## **5.0 Bildanhang**

### **Fall I**

- 24-jähriger Student,
- Motorradunfall,
- Tibiakopffraktur rechts, Typ C3 n. AO-Klassifikation,
- Operation ein Tag nach dem Unfall, Kombinationsosteosynthese mit 10-Loch-T-Abstützplatte und Zugschrauben sowie Spongiosaplastik,
- Stationäre Behandlung 25 Tage,
- Entlastung des operierten Beines für 4 Wochen und max. Flexion 90°, ab 5. Woche,
- Teilbelastung mit 10 kg/Körpergewicht und ab 20. Woche Vollbelastung,
- Postoperative Komplikationen: keine,
- Materialentfernung nach 12 Monaten.

### **Nachuntersuchung**

#### **2,5 Jahre später**

- Subjektiver Gesamteindruck: gute Behandlungsergebnisse.
- Objektiver Befund: Gangbild unauffällig,  
Druckschmerzen am medialen Gelenkspalt,  
keine Bandinstabilität,  
Varusfehlstellung,  
keine Meniskuszeichen.
- Funktion: Rechts: 0-5-130      Links: 0-0-140
- Röntgen Befund: beginnende Arthrose.
- Rasmussen Score: 22

## Röntgenbilder zum Fall I





## **Fall II**

- 76-jährige Hausfrau,
- wurde als Fußgängerin von einem PKW angefahren,
- Tibiakopffraktur rechts, Typ B3 n. AO-Klassifikation bei schwerer Osteoporose,
- Operation vier Tage nach dem Unfall, Osteosynthese mit T-Abstützplatte,
- Stationäre Behandlung 55 Tage,
- Entlastung des operierten Beines für 3 Wochen und Mecron-Schiene für 6 Wochen,
- ab 4. Woche Teilbelastung mit 10 kg / Körpergewicht und ab 12. Woche Vollbelastung,
- Komplikationen: keine,
- Keine Materialentfernung.

## **Nachuntersuchung**

### **4 Jahre später**

- Subjektiver Gesamteindruck: gute Behandlungsergebnisse.
- Objektiver Befund: Gangbild hinkend,  
Druckschmerzen am lateralen Gelenkspalt,  
keine Bandinstabilität,  
Valgusfehlstellung,  
keine Meniskuszeichen.
- Funktion: Rechts: 0-10-130      Links: 0-0-130
- Röntgen Befund: beginnende Arthrose.
- Rasmussen Score: 21

## Röntgenbilder zum Fall II



### **Fall III**

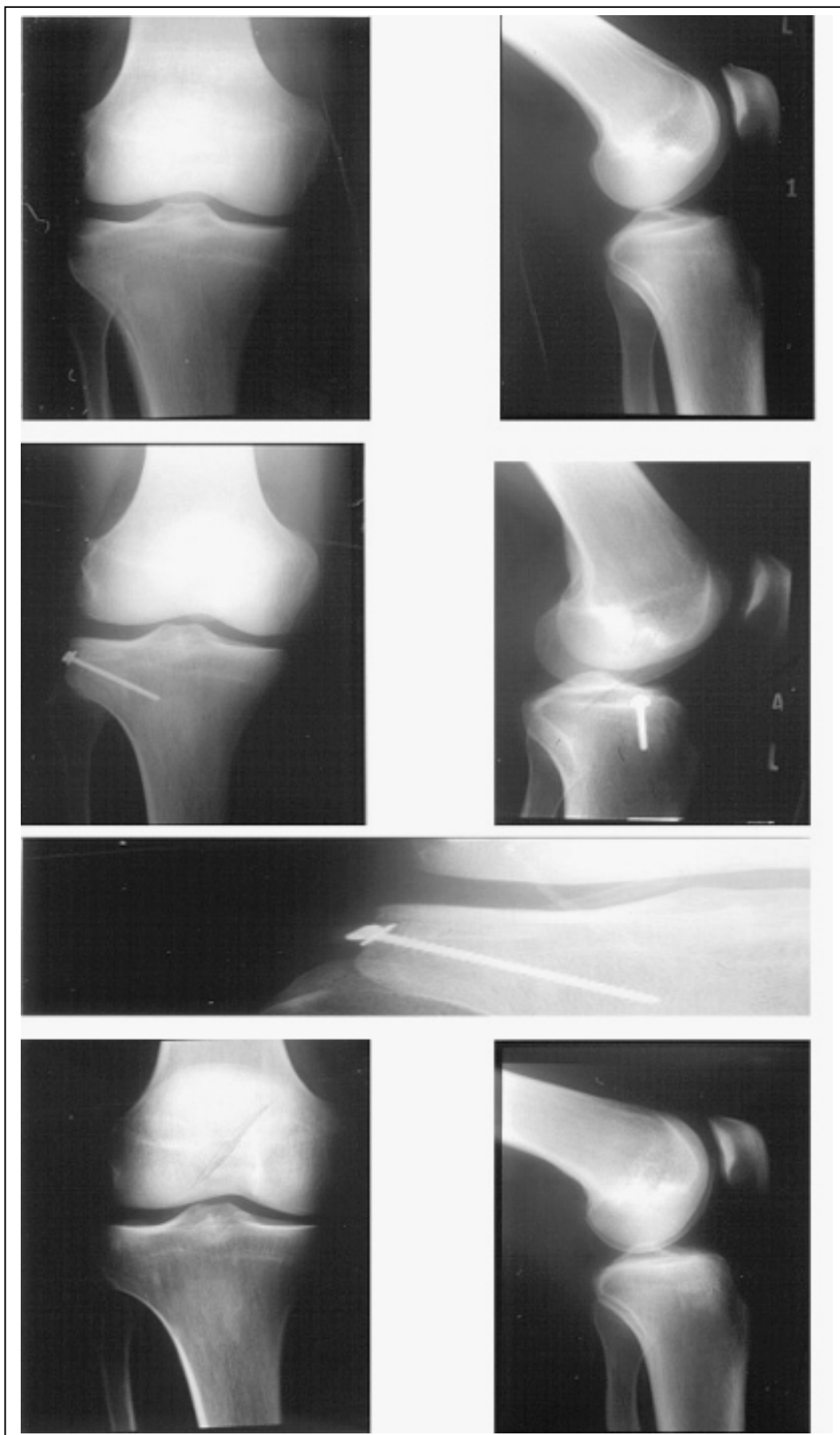
- 37-jähriger Lehrer,
- Sportunfall (Fußball),
- Tibiakopffraktur links, Typ B2 n. AO-Klassifikation,
- Operation fünf Tage nach dem Unfall, Schraubenosteosynthese und Spongiosaplastik mit keilförmigem kortikospongiösem Span,
- Stationäre Behandlung 12 Tage,
- Teilbelastung mit 10 kg / Körpergewicht für 6 Wochen und ab 10. Woche Vollbelastung,
- Komplikationen: keine,
- Materialentfernung nach 13 Monaten.

### **Nachuntersuchung**

#### **6 Jahre später**

- Subjektiver Gesamteindruck: sehr gute Behandlungsergebnisse.
- Objektiver Befund: Gangbild unauffällig,  
Druckschmerzen am Tibiaschaft,  
keine Bandinstabilität,  
keine Achsfehlstellung,  
keine Meniskuszeichen.
- Funktion: Rechts: 0-0-140      Links: 0-0-140
- Röntgen Befund: keine Arthrose.
- Rasmussen Score: 30

### Röntgenbilder zum Fall III



## **Fall IV**

- 68-jährige Rentnerin,
- Sturz im häuslichen Milieu,
- Tibiakopffraktur links, Typ B3 n. AO-Klassifikation,
- Operation drei Tage nach dem Unfall, Schraubenosteosynthese minimal invasiv arthroskopisch assistiert,
- Stationäre Behandlung 19 Tage,
- Teilbelastung mit 10 kg / Körpergewicht für 6 Wochen., stufenweise Steigerung und ab 16. Woche Vollbelastung,
- Komplikationen: keine,
- Materialentfernung nach 24 Monaten.

## **Nachuntersuchung**

### **4 Jahre später**

- Subjektiver Gesamteindruck: gute Behandlungsergebnisse.
- Objektiver Befund: Gangbild unauffällig,  
Druckschmerzen pesanserinus,  
keine Bandinstabilität,  
keine Achsfehlstellung,  
keine Meniskuszeichen.
- Funktion: Rechts: 0-0-130      Links: 0-0-130
- Röntgen: keine Arthrose.
- Rasmussen Score: 25

## Röntgenbilder zum Fall IV



## **Fall V**

- 49-jährige Angestellte,
- Sportunfall (Ski-Unfall),
- mediale Tibiakopffraktur rechts, Typ Moore I,
- Operation fünf Tage nach dem Unfall, Schraubenosteosynthese,
- Stationäre Behandlung 14 Tage,
- Teilbelastung mit 10 kg/Körpergewicht für 8 Wochen und ab 12. Woche Vollbelastung,
- Komplikationen: keine,
- Materialentfernung nach 8 Monaten.

## **Nachuntersuchung**

### **2,5 Jahre später**

- Subjektiver Gesamteindruck: gute Behandlungsergebnisse.
- Objektiver Befund: Gangbild unauffällig,  
leichte Bandinstabilität,  
(Lachman re. verlängert),  
keine Achsfehlstellung,  
keine Meniskuszeichen.
- Funktion: Rechts: 0-0-140      Links: 0-0-140
- Röntgen: beginnende Arthrose.
- Rassmussen Score: 30

## Röntgenbilder zum Fall V





## Fall VI

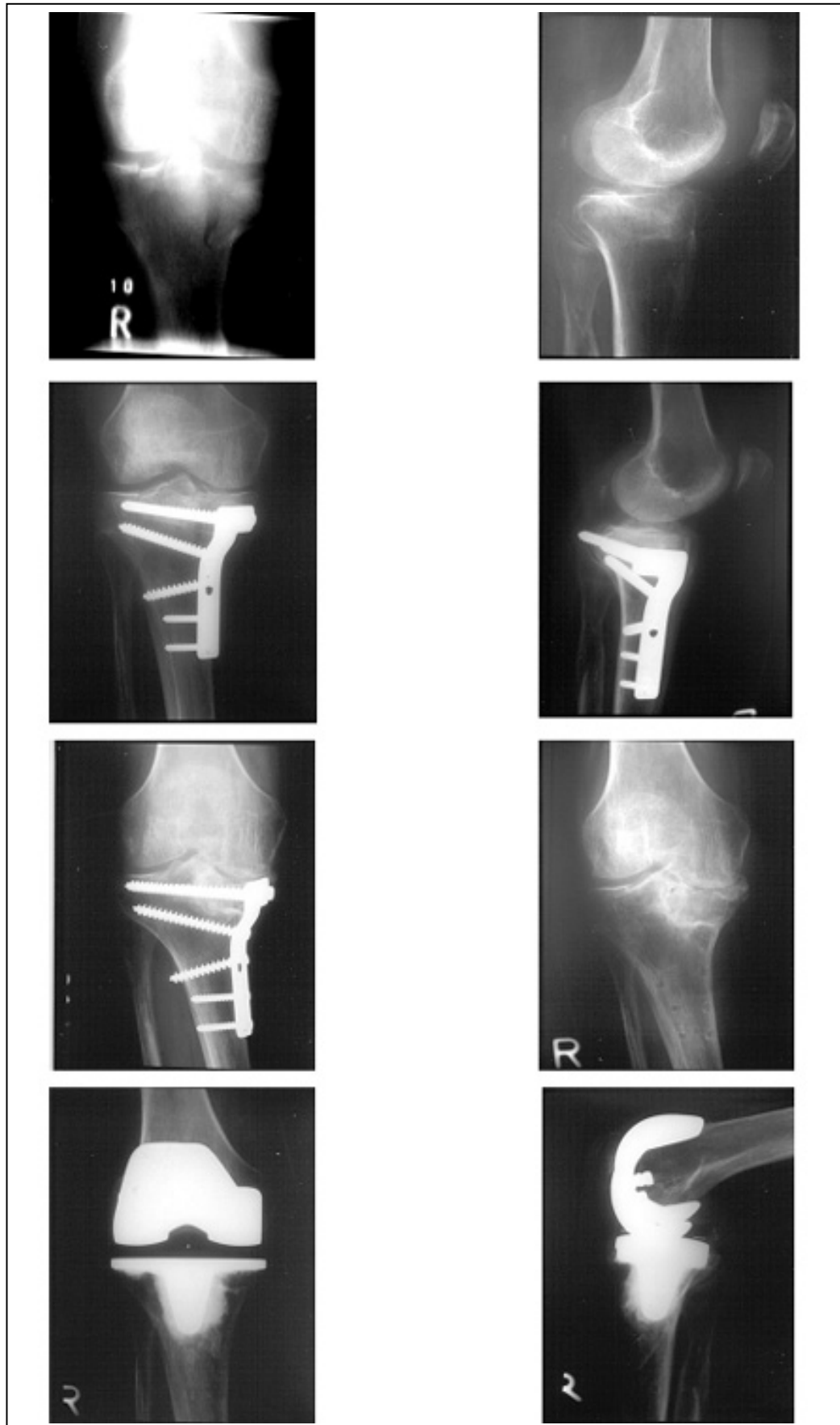
- 74-jährige Rentnerin,
- Sturz im häuslichen Milieu,
- Tibiakopffraktur rechts, Typ C3 n. AO-Klassifikation bei erheblicher Osteoporose,
- Operation vier Tage nach dem Unfall, Osteosynthese mit L-Abstützplatte und Spongiosaplastik mit keilförmigem kortikospongiösem Span,
- Stationäre Behandlung 23 Tage,
- Teilbelastung mit 10 kg / Körpergewicht für 4 Wochen., danach stufenweise Steigerung und ab 12. Woche Vollbelastung,
- Komplikationen: nach ca. 9 Monaten zunehmendes Einsinken des medialen Tibiaplateaus und Kondylennekrose,
- Materialentfernung nach 10 Monaten und Implantation einer totalen Endoprothese des rechten Kniegelenkes.

## Nachuntersuchung

### 3 Jahre später

- Subjektiver Gesamteindruck: mäßige Behandlungsergebnisse.
- Objektiver Befund: Gangbild hinkend,  
Druckschmerzen am lateralen und medialen Gelenkspalt,  
Seitenbandinstabilität,  
keine Achsfehlstellung,  
keine Meniskuszeichen.
- Funktion: Rechts: 0-10-100    Links: 0-5-130
- Röntgen Befund: Knie-TEP.
- Rasmussen Score: 11

## Röntgenbilder zum Fall VI



## 6.0 Literaturverzeichnis

- Allgöwer, M. Weichteilprobleme und Infektionsrisiko der Osteosynthese. Langenbecks Arch. Chir. 329, 1127-1136, 1971.
- Anderson, Ph. W. Arthrographic Evaluation of Problems with United Tibial Plateau Fractures. Radiologie 119, 75-78, 1976.
- Andreesen, R. Zur operativen Behandlung der Schienbeinkopfbrüche. Zentralbl. Chir. 50, 2759-2761, 1938.
- Arens, W. Die Begutachtung der Schienbeinkopfbrüche und ihre Folgen. Schriftreihe: Berichte über die Unfallmed. Tagung des Landesverbandes Bayern der gewerblichen Berufsgenossenschaften in Würzburg am 15./16. November, 1969.
- Arman, F. Spätergebnisse der operativ versorgten Tibiakopffrakturen. Med. Diss. Univ. Benjamin Franklin Berlin, 1993.
- Baltensweiler, J. Konservative Therapie der frischen Tibiakopffrakturen. Hefte Unfallheilkd. 126, 236-241, 1976.
- Bakalim, G. Fractures of Tibial Condyles. Acta Orthop. Scand. 42, 429-430, 1971.
- Wilppula, E.
- Baumgartl, F. Das Kniegelenk. 1. Auflage 1993. Thieme-Verlag Stuttgart.
- Thiemel, G.
- Benedetto, K.P. Das Kniegelenkhämarthros - Differentialdiagnostische Überlegung zur Planung einer Operation. Orthopäde 19, 69-76, 1990.
- Sperner, G.
- Glötzer, W.
- Betz, A. Die Tibiakopffraktur. Chirurg 60, 732-738, 1989.
- Sebis, E.
- Schweiberer, L.
- Betz, A. Diagnostische und therapeutische Arthroskopie beim frischen Kniegelenktrauma. Chirurg 64, 151-156, 1993.
- Witt, St.
- Sebis, E.
- Schweiberer, L.

- Bimler, R. Band-, Knorpel- und Spongiosaheilung unter Frühfunktioneller Behandlung auf der Bewegungsschiene am Beispiel der Tibiakopfrümmerfraktur. Unfallheilkunde 81, 568-576, 1978.
- Bircher, E. Die Arthroendoskopie. Zbl. Chir. 48, 1460, 1921.
- Birkner, H. Die Wertigkeit der Tomographie bei der Beurteilung von Schienbeinkopfbrüchen in Bezug auf Einteilung, Operationsindikation und Begutachtung. Hefte Unfallheilkd. 126, 226-228, 1976.
- Böhler, J. Frakturen im Kniegelenk. Langenbecks Arch. Chir. 313, 502-509, 1965.
- Böhler, L. Die Technik der Knochenbruchbehandlung. Deutsche Auflage 1957. Maudrich-Verlag Wien.
- Börner, M. Experimentelle Grundlagen und klinische Erfahrungen bei der Anwendung allogener Spongiosa. Akt. Traumatologie 15, 210-218, 1985.
- Boszotta, H. Langzeitergebnisse nach operativer Versorgung von Tibiakopffrakturen. Akt. Traumatologie 23, 178-182, 1993.
- Helperstorfer, W. Köldorfer, G. Prünner, K.
- Breithaupt, R. Versorgungstechniken und Behandlungsergebnisse komplexer Tibiakopfluxationsfrakturen. Hefte zur Unfallchirurgie 230, 148-157, 1993.
- Schlenzka, R. Franck, W.
- Burri, C. Das komprimierte autologe Spongiosatrasplantat. Unfallheilkunde 80, 169-175, 1977.
- Wolter, D.
- Burri, C. Fractures of the Tibial Plateau. Clin. Orthop. 138, 84-93, 1979.
- Bartzke, C. Coldewey, J. Muggler, E.
- Burri, C. Das Knie: Verletzungen, Verletzungsfolgen, Erkrankungen. 1. Auflage 1982. Hippokrates-Verlag Stuttgart.
- Mutschler, W.

- Bühren, V.  
Marzi, I.  
Trentz, O. Indikation und Technik des Fixateur externe in der Akutversorgung von Polytraumen. Zentralbl. Chir. 115, 581-591, 1990.
- Caspari, RB.  
Hutten, PM.  
Whipple, TL.  
Meyers, JF. The Role of Arthroscopy in the Management of Tibial Plateau Fractures. Arthroscopy 1, 76-82, 1985.
- Chapchal, G. Sekundäre Arthrose nach Kniegelenkfrakturen – ihr Einfluss auf die Arbeitsfähigkeit der Verletzten. Z. Unfallmed. Berufskr. 71, 217-221, 1978.
- Cotta, H.  
Puhl, W. Pathophysiologie des Knorpelschadens. Hefte Unfallheilkd. 127, 1-22, 1976.
- Courvoisier, E. Fractures of the Tibial Tables. Habil. Schrift Universität Genf, 1973.
- Courvoisier, E. Die Behandlung der Tibiakopffrakturen , Vergleichende Ergebnisse (Operativ-Konservativ) Hefte Unfallheilkd. 120, 137-144, 1975.
- Currey, J.D. The Mechanical Properties of Bone Clin. Orthop. 73, 210, 1970.
- Delamarter, R.B.  
Hohl, M.  
Hopp, E. Ligament Injuries Associated with Tibial Plateau Fractures. Clin. Orthop. and Related Research 250, 226-233, 1990.
- Dickob, M.  
Mommsen, U. Tibiakopffrakturen und Kniebandverletzungen. Unfallchirurgie 20, 88-93, 1994.
- Dustmann, H.O.  
Schulitz, K.P. Konservative oder operative Behandlung von Schienbeinkopffröchen. Z.Orthop. 111, 160-168, 1973.
- Dustmann, H.O.  
Schulitz, K.P.  
Puhl, W. Der Schienbeinkopffbruch als Präarthrose. Z.Orthop. 112, 637-640, 1974.
- Dustmann, H.O.  
Schulitz, K.P. Das Problem der Arthrose nach Schienbeinkopffrakturen. Chirurg 46, 358-362, 1975.

- Eberle, H. Arthrosen nach Frakturen und Binnenläsionen des Kniegelenkes.  
Z. Unfallchir. Versicherungsmed. 68, 247-258, 1974.
- Elstrom, J.  
Pankovich, A.M.  
Sasson, H.  
Rodriguez, J. The Use of Tomography in the Assessment of Fractures of the Tibial Plateau.  
J. Bone and Joint Surg. 58-A, 551-555, 1976.
- Ender, J. Behandlung und Behandlungsergebnisse der Schienbeinkopfbrüche.  
Arch. orthop. Unfallchir. 47, 287-306, 1955.
- Ender, J. Zur Behandlung schwerer Schienbeinkopfbrüche.  
Arch. orthop. Unfallchir. 57, 16-25, 1965.
- Flandry, F.  
Hunt, J.P.  
Terry, G.C.  
Hughston, J.C. Analysis of Subjective Knee Complaints Using Visual Analogue Scales.  
A J. Sports Med. 19, 112-118, 1991.
- Fowble, C.D.  
Zimmer, J.W.  
Schepisis, A. The Role of Arthroscopy in the Assessment and Treatment of Tibial Plateau Fractures.  
Arthroscopy 9, 584-590, 1993.
- Friedl, W.  
Ruf, W.  
Krebs, H. Korrelationsuntersuchung zwischen den Früh- und Spätveränderungen des röntgenologischen und funktionellen Befundes nach konservativer und operativer Tibiakopffrakturbehandlung.  
Unfallchirurgie 13, 192-206, 1987.
- Friedrich, B.  
Kaufner, H.K. Infektionen nach Osteosynthese am Ober- und Unterschenkel - Behandlungsgrundsätze und Ergebnisse.  
Chirurg 46, 160-163, 1975.
- Gauckler, O. Behandlung und Spätergebnisse von Tibiakopffrakturen.  
Med. Diss. Univ. Heidelberg, 1978.
- Gausewitz, S.  
Hohl, M. The Significance of early Motion in the Treatment of Tibial Plateau Fractures.  
Clin. Orthop. 202, 135-138, 1986.
- Gavlik, J.M.  
Rammelt, S.  
Wozniak, D.  
Zwipp, H. Die operative Versorgung der Tibiakopffraktur - offene versus arthroskopisch assistierte Osteosynthese.  
Hefte zur Unfallchirurgie 275, 490-492, 1999.

- Gerngroß, H.  
Burri, C.  
Linz, L.  
Merk, J.  
Müller, G.-W.      Komplikationen an den Entnahmestellen autologer Spongiosatransplantate.  
Akt. Traumatol. 12, 146-152, 1982.
- Glauser, T.  
Abdel Baki, G.R.  
Noesberger, B.      Langzeitresultate operativ behandelter Tibiaplateaufrakturen.  
Helv. Chir. Acta 54, 477-481, 1987.
- Greinemann, H.      Schienbeinkopfbrüche aus scheinbarer „Gelegenheitsursache“.  
Arch. orthop. Unfallchir. 68, 79-87, 1970.
- Grossner, D.  
Pressmar, K.  
Wolf, L.      Konservative Behandlung der Tibiakopffrakturen.  
Schriftenreihe: Unfallmedizinische Tagungen der Landesverbände und gewerblichen Berufsgenossenschaften.  
Heft 79, 147-152, 1992.
- Hagemann, H.  
Meeder, P.J.      Autologe Knochentransplantationen.  
Therapiewoche 31, 5750-5761, 1981.
- Hall, C.M.      The Architecture of Bone.  
Thomas Springfield USA, 1966.
- Haselhorst, G.      Behandlung operativ versorgter Tibiakopffrakturen.  
Krankengymnastik 7, 790-792, 1990.
- Haupt, P.R.  
Duspiva, W.  
Esch, U.      Arthroskopische Diagnose: Tibiakopffraktur.  
Chirurgische Praxis 37, 85-91, 1987.
- Helber, M.U.  
Ulrich, C.      Metaphysärer Defektersatz mit Hydroxylapatitkeramik.  
Unfallchirurg 103, 749-753, 2000.
- Hempfling, H.      Arthroskopie, Diagnostik und Therapie.  
1. Auflage 1995.  
Ecomed-Verlag Landsberg.
- Henkemeyer, H.  
Albrecht, K.  
Pässler, H.      Die Aussagekraft des Röntgenbildes bei der operativen Versorgung von Tibiakopffrakturen im Hinblick auf das Entstehen posttraumatischer Gonarthrosen.  
Hefte Unfallheilkd. 110, 192-194, 1972.
- Henkert, K.  
Brewka, N.  
Winter, H.      Tibiakopffrakturen und ihre Behandlung.  
Beitr. Orthop. Traumatol. 17, 273-291, 1970.
- Hertel, P.  
Schweiberer, L.      Biomechanik und Pathophysiologie des Kniebandapparates.  
Hefte Unfallheilkd. 125, 1-16, 1975.

- Hertel, P.  
Schweiberer, L. Die Akutarthroskopie des Kniegelenkes als diagnostischer und therapeutischer Eingriff.  
Unfallheilkunde 83, 233-240, 1980.
- Hertel, P. Frische und alte Kniebandverletzungen.  
Unfallchirurg 99, 686-700, 1996.
- Hertel, P. Tibiakopffrakturen.  
Unfallchirurg 7, 507-523, 1997.
- Heuer, K.U. Indikation, Technik sowie Früh- und Spätergebnisse der operativen Behandlung von Tibiakopffrakturen.  
Med. Diss. Univ. Tübingen 1996.
- Hierholzer, G.  
Voorhoeve, A.  
Kleining, R.  
Kehr, H. Reinterventionen nach Schienbeinkopfbrüchen.  
Chirurg 46, 352-358, 1975.
- Hohl, M.  
Luck, J.V. Fractures of the Tibial Condyle  
A Clinical and Experimental Study.  
J. Bone and Joint Surg. 38-A, 1001-1018, 1956.
- Hohl, M. Tibial Condylar Fractures.  
J. Bone and Joint Surg. 49-A, 1455-1467, 1967.
- Holz, U. Formen und Einteilung der Tibiakopffrakturen.  
Chirurg 46, 341-344, 1975.
- Holz, U.  
Weller, S. Die posttraumatische Arthrose.  
Therapiewoche 26, 6890-6900, 1976.
- Holz, U.  
Weller, S.  
Borell-Kost, S. Indikation, Technik und Ergebnisse der autogenen Knochentransplantation.  
Chirurg 53, 219-224, 1982.
- Holz, U.  
Welte, G.  
Märklin, H.M.  
Weller, S. Ergebnisse nach operativer Versorgung von Tibiakopffrakturen.  
Unfallchirurg 88, 519-527, 1985.
- Holzach, P.  
Matter, P. Arthroskopie und Osteosynthese von Tibiaplateaufrakturen.  
Arthroskopie 1, 74-76, 1988.
- Hulten, O. Über die indirekten Brüche des Tibiakopfes.  
Acta Chir. Scand. 66, Suppl. 15, 1-162, 1929.



- Itokazu, M.  
Matsunaga, T.      Arthroscopic Restroation of Depressed Tibial Plateau Fractures Using Bone and Hydroxyapatite Grafts. Arthroscopy 9, 103-108, 1993.
- Ittner, G.  
Jaskulka, R.      Komplikationen nach operativer Versorgung von Tibiakopffrakturen. Hefte Unfallheilkd. 212, 231-233, 1990.
- Jahna, H.  
Vlasich, E.  
Zifko, B.      Spätergebnisse von primär stark verschobenen Schienbeinkopfrüchen (konservative Behandlung und Minimalosteosynthese). Hefte Unfallheilkd. 126, 299-310, 1976.
- Jäger, M.  
Gasteiger, W.  
Weseloh, G.      Die Tibiakopffraktur des alten Menschen Bruchformen, Therapie und Nachuntersuchungsergebnis. Mschr. Unfallheilkd. 73, 228-236, 1970.
- Jäger, M.  
Wirth, C.J.      Kapselbandläsionen. 1. Auflage 1978 Thieme-Verlag Stuttgart.
- Jäger, M.  
Wirth, C.J.      Praxis der Orthopädie. 2. Auflage 1992 Thieme-Verlag Stuttgart.
- Jensen, D.B.  
Rude, C.  
Duus, B.      Tibial Plateau Fractures. J. Bone Joint Surg. 72-B, 49-52, 1990.
- Jennings, J.E.      Arthroscopic Management of Tibial Plateau Fractures. Arthroscopy 1, 160-168, 1985.
- Jonasch, E.      Die Randabbrüche vom Schienbeinkopf. Zeit. Orth. u. ihre Grenzgebiete 97, 321-326, 1963.
- Kennedy, J.C.  
Bailey, W. H.      Experimental Tibial Plateau Fractures. J. Bone Joint Surg. 50 A, 1522, 1968.
- Kennedy, J.C.      Tension Studies of Human Knee Ligaments. J. Bone Joint Surg. 58 A, 350-355, 1976.
- Kirschner, R.      Unsere Erfahrungen mit der Behandlung der Schienbeinkopfrüchen. Hefte Unfallheilkd. 126, 246-248, 1976.
- Knarse, W.  
Arman, F.  
Rahmanzadeh, R.      Spätergebnisse zur Häufigkeit der posttraumatischen Arthrose nach Tibiakopffrakturen. Hefte Unfallheilkd. 212, 230-231, 1990.

- Krieg, H.  
Chmielewski, W.  
Sarvestani, M. Die Versorgung der Impressionsfrakturen am Tibiakopf durch Plattenosteosynthese. Hefte Unfallheilkd. 126, 256-257, 1976.
- Kuner, E.  
Schlosser, V. Traumatologie. 5. Auflage 1995. Thieme-Verlag Stuttgart.
- Kuss, B.  
Felder, K. Spätergebnisse der Behandlung von Schienbeinkopfbrüchen. Mschr. Unfallheilkd. 68, 348- 361, 1965.
- Linke, E.G. Die Trümmerfrakturen des Tibiakopfes. Therapiewoche 19, 1615-1617, 1972.
- Lintner, P.  
Burri, C.  
Claes, L.  
Hutschenreuter, P. Biomechanische Untersuchungen zur Stabilitätswirkung corticospongiöser Späne bei Defektosteosynthesen. Langenbecks Arch. Chir. 77, 79-84, 1977.
- Lobenhoffer, P.  
Tscherne, H. Langzeitverlauf nach Tibiakopffrakturen am arthrosegeschädigten Knie. Orthop. Praxis 10, 805-813, 1989.
- Lobenhoffer, P.  
Schulze, M.  
Tscherne, H. Die minimal-invasive Osteosynthese von Tibiakopffrakturen. Unfallchirurg 99, 569-575, 1996.
- Lobenhoffer, P.  
Gerich, T.  
Bertram, T.  
Lattermann, C.  
Pohlemann, T.  
Tscherne, H. Treatment of Posterior Tibial Plateau Fractures via Posteromedial and Posterolateral Exposures. Unfallchirurg 100, 957-967, 1997.
- Meijer, J.  
Verbruggen, J.  
Meesters, B.  
Stapert, J. Die arthroskopische Behandlung von Tibiakopffrakturen. Hefte zur Unfallchirurgie 275, 492-493, 1999.
- Milachowski, K.A.  
Sauer, W.  
Wirth, C.J.  
Kriegel, H.  
Erhardt, W. Die Bedeutung des Entnahmeortes für die Einbaurate autologer Spongiosa. Unfallheilkd. 86, 10-15, 1983.
- Mohing, W. Die Arthrosis deformans des Kniegelenkes. 1. Auflage 1966. Springer-Verlag Berlin.

- Moore, T.M.  
Patzakis, M.J.  
Harvey, J.P.      Tibial Plateau Fractures:  
Definition, Demographics Treatment Rationale and  
Longterm- Results of Closed Traction Managment  
or Operative Reduction.  
J. Orthopedic Trauma. 1, 97-119, 1987.
- Moore, T.M.      Fracture-Dislocation of the Knee.  
Clin. Orthop. 156, 128-140, 1981.
- Muhr, G.  
Büttner, D.      Indikation und Technik operativer Versorgung  
intraartikulärer Frakturen des Kniegelenkes.  
Mschr. Unfallheilkd. 77, 351-360, 1974.
- Muhr, G.      Der frische Kapselschaden.  
Hefte Unfallheilkd. 127, 59-70, 1976.
- Muhr, G.  
Neumann, K.      Konservative Frakturbehandlung des Tibiakopfes.  
Chirurg 61, 767-771, 1990.
- Muggler, E.  
Hell, K.  
Huber, D.      Spätergebnisse von 160 operativ versorgten  
Tibiakopffrakturen.  
Hefte zur Unfallheilkd. 120, 122-131, 1975.
- Muggler, E.      Spätergebnisse nach 225 operativ versorgten  
Tibiakopffrakturen.  
Hefte Unfallheilkd. 126, 312-315 , 1976.
- Muggler, E.  
Bartzke, G.  
Burri, C.      Die Tibiakopffraktur  
Problematik, operative Therapie und Resultate.  
Unfallchirurgie 4, 157-178, 1978.
- Müller, K.H.  
Thelen, E.      Ergebnisse und posttraumatische Arthrose nach operativ  
versorgten Tibiakopffrakturen.  
Akt. Traumatologie 6, 55-60, 1976.
- Müller, M.E.  
Allgöwer, M.  
Schneider, R.  
Willenegger, H.      Manual der Osteosynthese.  
2. Auflage 1977.  
Springer-Verlag Berlin.
- Müller, M.E.  
Allgöwer, M.  
Schneider, R.  
Willenegger, H.      Manual der Osteosynthese.  
3. Auflage 1992.  
Springer-Verlag Berlin.
- Müller, M.E.  
Nazarian, S.  
Koch, P.      AO-Klassifikation der Frakturen.  
Springer-Verlag Berlin, 1989.

- Münst, P.  
Schelikewei, W.  
Krämer, C.  
Kuner, H.E.      Vergleichende Darstellung von 236 operativ und konservativ behandelten Tibiakopffrakturen - Indikation, Technik, Ergebnisse.  
Hefte Unfallheilkd. 212, 171-172, 1990.
- Mutschler, W.  
Burri, C.      Definitive Versorgung von Komplexverletzungen des Kniegelenkes.  
Hefte Unfallheilkd. 212, 130-138, 1990.
- Nicolet, A.      Die Meniskusverletzung bei Tibiakopffrakturen.  
Langenbecks Arch. Chir. 313, 544-549, 1965.
- Paster, A.      Erlebnisse der operativen Versorgung von Tibiakopffrakturen.  
Med. Diss. Humboldt Univ. Berlin, 1996.
- Pässler, H.H.  
Wagenmann, W.      Die Diagnostik der Defekte des Tibiaplateaus.  
Unfallchirurgie 2, 19-22, 1976.
- Pfaehler, E.      Zur Behandlung von Tibiakopffrakturen auf Grund von 179 Fällen aus dem Krankengut der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt der Jahre 1950-1954.  
Z. Unfallmed. Berufskr. 55, 325, 1962.
- Pfister, U.  
Harmel, U.      Komplexverletzungen bei kniegelenksnahen Frakturen. Diagnose und Erstbehandlung.  
Hefte Unfallheilkd. 212, 127-130, 1990.
- Plaue, R.  
Hummel, A.  
Jandewerth, O.      Bericht über 212 operierte Tibiakopffrakturen.  
Hefte Unfallheilkd. 212, 172-173, 1990.
- Raschke, M.J.  
Hoffmann, R.  
Khodadadyan, C.  
Windhagen, H.      Supportive Composite-Hybridfixation perkutan verschraubter Tibiakopffrakturen.  
Unfallchirurg 99, 855-860, 1996
- Rasmussen, P.S.      A Functional Approach to Evaluation and Treatment of Tibial Condylar Fractures.  
Elanders Boktryckeri Aktiebolag, Göteborg, 1971.
- Rasmussen, P.S.      Gonarthrose nach Tibiakopffrakturen.  
Z. Orthop. 111, 509-512, 1973.
- Rasmussen, P.S.      Tibial Condylar Fractures.  
J. Bone Joint Surg. 55-A, 1331-1350, 1973.
- Rehn, J.      Die operative Behandlung der Schienbeinkopffrakturen.  
Zentralbl. Chir. 102, 905-911, 1977.

- Rockoff, S.D.  
Sweet, E.  
Blenstein, J.      The Relativ Contribution of Trabecular and Cortikal Bone of the Strength of Human Lumbar Vertebrae. *Calcif. Tissue Int.* 3, 163, 1969.
- Roesegen, M.  
Hierholzer, G.  
Körber, M.      Die Kniegelenksüberbrückende Fixateur externe - Montage zur Behandlung gelenknaher Frakturen und Weichteilschäden. *Chirurg* 60, 739-747, 1989.
- Rohrbeck, R.  
Troeger, H.      Tibiakopffrakturen - Indikationen und Ergebnisse operativer und konservativer Therapie. *Beitr. Orthop. Traumatol.* 37, 148-157, 1990.
- Rüedi, Th.      Operative Behandlung der Tibiakopffröbrüche. *Hefte zur Unfallheilkd.* 126, 248-253, 1976.
- Rüter, A.  
Burri, C.      Tibiakopffrakturen: Diskussion und Empfehlungen. *Hefte Unfallheilkd.* 120, 145-149, 1975.
- Rüter, A.  
Plank, E.  
Burri, C.      Das verletzte Kniegelenk. *Med. Klin.* 73, 1610-1620, 1978.
- Rüter, A.  
Trentz, O.  
Wagner, M.      Unfallchirurgie. 1. Auflage 1995. Urban & Schwarzenberg München.
- Sailer, R.  
Gabl, M.  
Lutz, M.  
Seykora, P.  
Pechlaner, S.      Integration einer porösen Hydroxylapatitkeramik am distalen Radius älterer Patienten. *Unfallchirurg* 120, 531-534, 1999.
- Sarvestani, M.      Komplikationen nach Tibiakopffrakturen und ihre Behandlungsmöglichkeiten mit Hilfe der Platten-Osteosynthese. *Münch. Med. Wochenschr.* 117, 275-276, 1975.
- Sauer, H.D.  
Niese, D.  
Schöttle, H.  
Jungbluth, K.H.      Die stabilisierende Wirkung des autologen kortikospongiösen Spanes in der Behandlung knöcherner Defekte. *Unfallheilkd.* 81, 565-567, 1978.
- Saxer, M.      Komplikationen nach Spanentnahme aus dem Beckenkamm. *Helv. Chir. Acta* 41, 251-255, 1974.
- Schatzker, J,  
Tile, M.      The Rationale of Operative Fracture Care. 1. Auflage 1987. Springer-Verlag Berlin.

- Schauwecker, F.  
Weller, S. Die operative Behandlung der Tibiakopf- und subkondylären Tibiafrakturen.  
Mschr. Unfallheilkd. 73, 114-126, 1970.
- Schauwecker, F. Umstellungsosteotomie nach Schienbeinkopfbrüchen.  
Hefte Unfallheilkd. 126, 295-298, 1976.
- Scheibe, G. Vergleichende Nachuntersuchungen operativ und konservativ behandelter Tibiakopffrakturen.  
Zentralbl. Chir. 9, 374-382, 1956.
- Schmidt, N. Autologe oder homologe Spongiosa zur Auffüllung von Defekten bei Tibiakopffraktur.  
Med. Diss. Univ. Frankfurt am Main, 1989.
- Schreiber, A.  
Razavi, R.  
Weber, A.  
Dietschi, C. Die Kniearthrodese heute.  
Hefte Unfallheilkd. 126, 289-292, 1976.
- Schulitz, K.P. Regeneration der Synovialitis-Morphologie und Klinik.  
Habilitationsschrift, 1970.
- Schulitz, K.P.  
Dustmann, H.O.  
Puhl, W. Die Entwicklung der posttraumatischen Arthrose am Beispiel des Schienbeinkopfbrüches.  
Arch. orthop. Unfall-Chir. 76, 136-148, 1973.
- Schweiberer, L. Der heutige Stand der Knochentransplantation.  
Chirurg 42, 252-257, 1971.
- Schweiberer, L.  
Eitel, F.  
Betz, A. Spongiosatransplantation.  
Chirurg 53, 195-200, 1982.
- Spier, W.  
Burri, C. Behandlungsprinzipien bei Tibiakopffrakturen.  
Chirurg 46, 345-347, 1975.
- Spier, W.  
Rüter, A. Tibiakopffrakturen.  
Hefte Unfallheilkd. 120, 114-121, 1975.
- Spier, W.  
Muggler, E. Tibiakopffrakturen.  
Langbecks Arch. Chir. 345, 409-414, 1977.
- Spring, R.  
Magerl, F.  
Freuler, F. Spätergebnisse der operativen Therapie von Tibiakopffrakturen.  
Helv. Chir. Acta 43, 437-445, 1976.

- Stamer, D.T.  
Schenk, R.      Bicondylar Tibial Plateaus Fractures treated with a Hybrid Ring External Fixator: A Preliminary Study.  
J. Orthop. Traumat. 8, 455-461, 1994.
- Strobel, M.  
Stedtfeld, H.W.      Diagnostik des verletzten Kniegelenkes.  
2. Auflage.  
Hans Marseille Verlag München, 1988.
- Taubert, H.D.      Geschlechtsspezifische Entwicklung der Frau und ihre Störung - Gynäkologie und Geburtshilfe ,  
Hrsg. Schmit-Mathiesen, 1992.  
Schattauer-Verlag Stuttgart.
- Thiele, K.      Schienbeinkopfbrüche: Bruchformen, Behandlung, Spätergebnisse bei 486 Fällen.  
Hefte Unfallheilkd. 95, 1-126, 1968.
- Titze, A.      Zur Abgrenzung zwischen operativer und konservativer Therapie der Schienbeinkopfbrüche.  
Hefte Unfallheilkd. 126, 258-259, 1976.
- Tralles, D.  
Wojczik, H.  
Hildebrandt, Th.      Tibiakopffrakturen: Auswertung einer DDR-Sammelstudie 1981-1985.  
Zentblt. Chir. 115, 635-643, 1990.
- Trapp, H.      Tibiakopffrakturen. Formen und Ergebnisse nach operativer und konservativer Therapie.  
Med. Diss. Med. Hochschule Lübeck, 1981.
- Trouillier, H.H.  
Krüger-Franke, M.  
Strähnz, C.  
Rosemeyer, B.      Die operative Behandlung der Tibiakopffrakturen.  
Akt. Traumatol. 25, 148-152, 1995.
- Tscherne, H.  
Lobenhoffer, P.  
Russe, O.      Proximale intraartikuläre Tibiakopffrakturen.  
Unfallheilkd. 87, 277-289, 1984.
- Tseronis, S.      Die Versorgung des Schienbeinkopfbruches.  
Med. Diss. Univ. Benjamin Franklin Berlin, 1982.
- Vitali, H.P.  
Schellmann, W.D.  
Klemm, K.      Behandlungsfehlschläge bei Tibiakopffrakturen.  
Mschr. Unfallheilkd. 77, 368-378, 1974.
- Vollmar, J.  
Benz, R.P.      Der Knieanprall und seine Verletzungen bei Auto- und Motorradfahrern.  
Arch. Orthop. Unfallchir. 52, 438, 1960.

- Wagner, H.E.  
Jakob, R.P. Zur Problematik der Plattenosteosynthese bei den bikondylären Tibiakopffrakturen. Unfallchirurg 89, 304-311, 1986.
- Wallenböck, E.  
Ledinski, G. Indikation und Grenzen der arthroskopischen Versorgung von intraartikulären Kniegelenkfrakturen. Akt. Traumatol. 23, 97-101, 1993.
- Welte, G. Früh- und Spätergebnisse operativ versorgter Tibiakopffrakturen. Med. Diss. Univ. Tübingen, 1984.
- Widmann, H.K. Spätergebnisse nach operativer Behandlung von Tibiakopffrakturen. Med. Diss. Univ. Ulm, 1994.
- Wilhelm, K.  
Rueff, F.L.  
Bedacht, R. Die operative Versorgung von Tibiakopffrakturen. Mschr. Unfallheilkd. 74, 153-168, 1971.
- Willauschus, W.  
Hermann, J. Die Früherfassung der Arthrose aus klinischer Sicht. Z. Orthop. 133, 507-13, 1995.
- Willebrand, H.  
Höhle, K.D. Technik der Spongiosaentnahme aus dem Darmbein und ihre Verpflanzung. Chir. Praxis 13, 475-479, 1969.
- Wilppula, E.  
Bakalim, G. Ligamentous Tear Concomitant with Tibial Condylar Fracture. Acta Orthop. Scand. 43, 292-300, 1972.
- Winter, B.  
Bopp, F.  
Holz, U. Die operative Behandlung der monokondylären Tibiakopffrakturen. Oper. Orthop. Traum. 10, 40-49, 1998.
- Wirth, C.J.  
Jäger, M  
Kolb, M Die komplexe Knie-Instabilität. Thieme-Verlag Stuttgart, 1984.
- Wruhs, O. Arthroskopie bei Schienbeinkopfrüchen. Hefte Unfallheilkd. 126, 234-236, 1976.
- Zifko, B.  
Vlasich, E. Behandlung der Schienbeinkopfrüche und ihre Ergebnisse. Arch. Orthop. Unfall-Chir. 66, 297-309, 1969.



## **7.0 Dank**

An dieser Stelle bedanke ich mich ganz herzlich bei Herrn Prof. Dr. med. P. Hertel, für die Überlassung des Themas, für seine immer freundliche Unterstützung und für seine Geduld.

Des Weiteren möchte ich mich bei Herrn Dr. med. Cierpinski für dessen Ratschläge und hilfreiche Unterstützung bedanken.

Abschließend gilt mein Dank namentlich Frau Thieß und Frau Koch sowie all jenen, die mir bei der Vollendung dieser Arbeit eine wertvolle Hilfe waren.

## 8.0 Lebenslauf

**Name:** MOSLEHI; Abbas Ali  
**Geboren:** 21.01.1961 in Arak/Iran  
**Familienstand:** verheiratet, zwei Kinder

**Schulbildung:** 1968-1980 Grundschule und Gymnasium / Iran

**Werdegang:** 1981-1983 Militärdienst im Iran  
1983-1985 Verwaltungstätigkeit  
1985 Einreise in die BRD

**Studium:** 1985-1987 Deutsch-Sprachkurs und Abschluss des Studien-Kollegs an der Universität Saarbrücken  
1988-1989 Pharmazie-Studium an der FU-Berlin  
1989-1995 Humanmedizin an der FU-Berlin  
1995-1996 Praktisches Jahr und III. Staatsexamen

**Berufspraxis:** 09/96- 10/96 Arzt im Praktikum  
Abteilung für Chirurgie  
Caritas Kliniken Pankow Berlin  
Chefarzt Dr. med. s.c. G. Heller  
11/96- 02/98 Arzt im Praktikum  
Abteilung für Unfallchirurgie  
Martin-Luther-Krankenhaus Berlin  
Chefarzt Prof. Dr. med. P. Hertel  
03/98- 03/99 Assistenzarzt  
Allgemeinmedizinische und chirurgische Gemeinschaftspraxis  
Dr. med. L. Ackermann,  
Dr. med. S. von Rüdiger, Berlin  
04/99- 04/00 Assistenzarzt  
Abteilung für Chirurgie  
Caritas Kliniken Pankow Berlin  
Chefarzt Dr. med. s.c. G. Heller  
Seit 05/2000 Assistenzarzt  
Abteilung für Innere Medizin  
Caritas Kliniken Pankow Berlin  
Chefarzt Dr. med. J. Beckert

**Facharztprüfung:** Sep. 2004 Facharztprüfung für Allgemeinmedizin  
Ärztekammer Berlin

## 9.0 Anhänge

### Anhang 1, Blatt 1

#### Rasmussenscore

Name: .....

Datum: .....

Scores nach Rasmussen		vor Trauma	aktuell
<b>Subjektiver Befund</b>			
<b>SCHMERZEN</b>			
Keine	6		
gelegentliche Schmerzen, Wetterfühligkeit	5		
stechende Schmerzen in bestimmten Positionen	4		
Nachmittagsschmerzen; intensive, gleichmäßige Schmerzen im Knie nach Belastung	2		
Nachtschmerzen in Ruhe	0		
<b>GEHEN / LAUFEN</b>			
normal (je nach Alter)	6		
außer Haus länger als eine Stunde	4		
kurze Strecken unter 15 Min.	2		
nur im Haus	1		
Rollstuhl o. Bettlägerig	0		
<b>Klinischer Befund</b>			
<b>EXTENSION</b>			
normal	6		
fehlende Streckung (0 bis 10°)	4		
fehlende Streckung über 10°	2		
<b>MAXIMALE BEWEGUNG</b>			
bis zu 140°	6		
bis zu 120°	5		
bis zu 90°	4		
bis zu 60°	2		
bis zu 30°	1		
0°	0		
<b>STABILITÄT</b>			
bei normaler Streckung und 20° Beugung	6		
Streckdefizit bei 20° Beugung	5		
Instabilität bei Streckung (< 10°)	4		
Instabilität bei Streckung (> 10°)	2		
<b>Total</b>			

## Anhang 2, Blatt 1 – 6

### Patientenbogen:

Name: ..... Vorname: ..... Geb. am: .....

Alter: .....

Adresse: ..... Tel.: .....

Station: ..... Aufnahme datum: ..... Entlassungsdatum: .....

Geschlecht: ☐ weiblich ☐ männlich

Unfall datum: .....

Arbeitsunfall: ☐ Ja ☐ Nein Arbeitsfähigkeit .....

Wo.Pos.OP

Unfallhergang: ☐ VU-Auto  
☐ VU-Zweirad  
☐ VU-Fußgänger  
☐ Sportunfall Sportart: .....  
☐ Zuhause  
☐ Sonstiges:

Unfallmechanismus: .....

Befund: ☐ re. Seite ☐ li. Seite

Fraktur-Typ:

(AO-Klassifikation): .....

Verletzungsausmaß: ☐ isoliertes KG ☐ multiple Verletzung

Verletzungsart: ☐ geschlossen ☐ offen .....Grad

Weichteilverletzung: ☐ unverändert ☐ kontusioniert

Begleitverletzungen:

- |   |  |  |                               |
|---|--|--|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Meniskus           | <input type="checkbox"/> innen               | <input type="checkbox"/> außen         | <input type="checkbox"/> bds. |
| <input type="checkbox"/> Seitenbänder       | <input type="checkbox"/> innen               | <input type="checkbox"/> außen         | <input type="checkbox"/> bds. |
| <input type="checkbox"/> Kreuzband          | <input type="checkbox"/> ant.                | <input type="checkbox"/> post.         |                               |
| <input type="checkbox"/> Nervenverletzung   |  | <input type="checkbox"/> Proneusparese |                               |
| <input type="checkbox"/> Gefäßverletzung    |  |  |                               |
| <input type="checkbox"/> Fibulaköpfchen     |  |  |                               |
| <input type="checkbox"/> Eminentia          |  |  |                               |
| <input type="checkbox"/> Femurfraktur       |  |  |                               |
| <input type="checkbox"/> Tibiaschaftfraktur | <input type="checkbox"/> Sprunggelenkfraktur |  |                               |

**OP-Versorgung:**

OP-Datum: ..... Zugang: ..... Operateur: .....

Zeitintervall zwischen Unfall und OP: ..... Tage: .....

Arthroskopie: ☐ nein  
☐ ja Befund: .....

Intraoperativer Befund: .....

**Osteosyntheseverfahren:** ☐ geschlossen ☐ offen  
☐ minimal-invasiv (BW, Arthroskop, Schrauben, Draht)  
☐ Schraubenosteosynthese „offen“  
☐ Plattenosteosynthese  
☐ Kombination  
☐ Kombination Schaftosteosynthese (Fixateur externe, Platte, Nagel)  
☐ Bikondyläre Osteosynthese davon:  
☐ Platte + Schrauben  
☐ Platte + Platte  
☐ Schrauben + Fixateur  
  
☐ Primär Knieprothese  
☐ Sekundär Knieprothese

**Spongiosa:** ☐ nein  
☐ ja ☐ Autologe Sprungiosaplastik ☐ direkt  
☐ keilförmig (Kortikospongiosespäne) ☐ durch Fenster  
  
Redon: ☐ ja ☐ nein

**Post.OP:**

Bettruhe: ..... Tage

Schiene: ..... Tage

Gipsverband: ..... Tage

Mobilisation nach: ..... Tage

Belastung: ☐ Teilbelastung (kg / Körpergewicht) .....  
☐ Vollbelastung ab: ..... Woche

Sonstiges: .....

**Post.OP. Komplikation:**

- Allgemein: ☐ Thrombose ☐ Embolie ☐ Pneumonie
- Speziell: ☐ Wundheilungsstörung
- ☐ Infektion
- ☐ Materiallockerung/-bruch
- ☐ Nervenverletzung
- ☐ Gefäßverletzung
- ☐ Stufenbildung
- ☐ Hautnekrose

**Reinterventionen:**

- Kniepunktion: ☐ nein ☐ ja wenn ja - Anzahl: .....  
wie viel: ..... ml
- Wundrevision: .....
- Arthrodese: .....
- Plattenwechsel (Korrekturverlust Reostosynthese): .....
- Arthroskopie: .....
- Sonstiges: .....

**Materialentfernung:**

- ☐ nein
- ☐ ja nach ..... Monate  
Krankenhausaufenthalt: ..... Tage

**Untersuchungsbefund:**

Name: ..... OP.Seite: ☐ re. ☐ li.

Größe: .....cm Gewicht: .....kg

Beschwerden: ☐ stark ☐ mittel ☐ leicht

Subjektiver Gesamteindruck: ☐ sehr gut ☐ gut ☐ mäßig ☐ schlecht

Gangunsicherheit: ☐ nein ☐ ja

wie .....

Schmerzmittelbedarf: präop .....

post-op .....

Gehstrecke: prä-op .....m .....min.

post-op .....m .....min

Gehhilfe: präop: ☐ 2UAGS ☐ 1UAGS ☐ 2Stöcke ☐ 1Stock ☐ keine

Postop: ☐ 2UAGS ☐ 1UAGS ☐ 2Stöcke ☐ 1Stock ☐ keine

Aktivitätslevel: prä-op: ☐ normal ☐ fast norm. ☐ reduziert ☐ stark red.

post-op: ☐ normal ☐ fast norm. ☐ reduziert ☐ stark red.

**Beruf:** ☐ gleicher Beruf ☐ nein ☐ ja ☐ vollst.

☐ teilw.

Gangbild: ☐ unauffällig ☐ hinken .....

Beinachse: valgus ..... varus .....

Abweichung von Mittellinie (Spina-Talus) .....cm

Beinlänge: ☐ gleich ☐ länger ☐ kürzer

wie viel .....

Druckschmerz: ☐ med. GSP ☐ lat. GPS ☐ pes anserinus

☐ Fibulaköpf. ☐ Fibulaschaft ☐ Tibiaschaft

	rechts			links		
Schwellung:	<input type="checkbox"/> stark	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> leicht	<input type="checkbox"/> stark	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> leicht
Erguss:	<input type="checkbox"/> stark	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> leicht	<input type="checkbox"/> stark	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> leicht
Überwärmung:	<input type="checkbox"/> stark	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> stark	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> keine
Retropatel.Kre.:	<input type="checkbox"/> stark	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> stark	<input type="checkbox"/> mäßig	<input type="checkbox"/> keine
Meniskuszeichen:	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein		<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
<b>Bandapparat:</b>						
• Lachmann	-	+	++	+++	++++	
• Jerk -Test	-	+	++	+++	++++	
• Vord. Schub.	-	+	++	+++	++++	
• hint. Schub.	-	+	++	+++	++++	
• med. Aufklap.	-	+	++	+++	++++	
• lat. Aufklap.	-	+	++	+++	++++	
• KT-1000	re. ....mm			li. ....mm		
Bewegungsausmaß	rechts			links		
• Ext. / Flex.						
• Außen-/innenrotation						
Beinumfang	rechts			links		
• 20 cm ü.med.GSP	.....cm			.....cm		
• 10 cm ü.med. GSP	.....cm			.....cm		
• Mitte Patella	.....cm			.....cm		
• 15 cm u. med.GSP	.....cm			.....cm		
Extensionsdefizit:	.....					
US-Länge:	.....cm			Fersenabstand:	.....cm	
Beuge-defizit:	.....			Fersenabstand in Beugung:	.....cm	
Sonstiges:	.....					



### Röntgenbefund

Name: ..... OP.Seite: ☐ re. ☐ li.  
Knöchern Durchbaut ☐ ja ☐ nein  
Pseudoarthrose ☐ ja ☐ nein  
Ausziehung der Eminentia ☐ keine ☐ gering ☐ stark  
Periartikuläre Verkalkung ☐ keine ☐ gering ☐ stark  
Subchondrale Sklerosierung ☐ keine ☐ gering ☐ stark  
Marginale Osteophyten ☐ keine ☐ gering ☐ stark  
Sek. Absinken der Tibiagelenkfläche ☐ keine ☐ leicht ☐ stark

	prä-operativ			post-operativ		
med. GSP-Verschm.:	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> <50%	<input type="checkbox"/> >50%	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> <50%	<input type="checkbox"/> >50%
lat. GSP-Verschm.:	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> <50%	<input type="checkbox"/> >50%	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> <50%	<input type="checkbox"/> >50%
fem.-patel. GSP-ver.:	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> <50%	<input type="checkbox"/> >50%	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> <50%	<input type="checkbox"/> >50%

Arthrosegrad (med./lat.Kompartment): .....

Arthrosegrad (femoro-patellar): .....

## Anhang 3, Blatt 1 – 3

### Fragebogen

Ihr Name:.....

Datum:.....

Bitte markieren Sie auf der Skala jeweils das Kästchen, das nach Ihrer Einschätzung die Qualität Ihres verletzten oder operierten Beines am besten darstellt. Bei jeder Frage können Sie Ihre Einschätzung des Beines bzw. Kniegelenkes auf einer 10-stufigen Skala bestimmen. Rechts und links finden Sie die Extremzustände angegeben.

Ein Beispiel: Sie wollen bei der Frage nach Schmerzen zwischen „nie“ und „immer“ einen Mittelwert angeben, so würden Sie etwa so markieren:

nie    ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐    immer

Versuchen Sie nun bitte die folgenden Fragen nach Ihrem persönlichen Empfinden zu beantworten:

1.) Wie oft haben Sie Schmerzen im Kniegelenk?

nie Schmerzen    ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐    immer, sogar in Ruhe

2.) Wie stark sind die Schmerzen ausgeprägt?

nie Schmerzen    ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐    starke Schmerzen, Schmerzmittel müssen alle paar Stunden eingenommen werden.

3.) Haben Sie nachts Schmerzen im verletzten Kniegelenk?

nie Schmerzen    ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐    immer starke Nachtschmerzen

4.) Schmerzt Ihr Knie beim Sitzen mit gebeugtem Bein?

nie Schmerzen    ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐    immer Schmerzen

5.) Bemerken Sie ein Anschwellen Ihres Kniegelenkes?

nie    ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐    täglich, sogar in Ruhe

6.) Knickt Ihr Knie plötzlich weg?

Knie knickt nie weg    ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐    Ja, ich muss sogar im täglichen Leben darauf achten, dass es nicht wegknickt

7.) Blockiert Ihr Kniegelenk, so dass Sie es nicht mehr strecken können?

Knie blockiert nie    ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐    Ja, ich muss sogar im täglichen Leben darauf achten, dass es nicht blockiert

8.) Bemerken Sie ein Schnappen oder Hängenbleiben des Kniegelenkes?

nie Schnappen im Knie    ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐    Ja, ich muss sogar im täglichen Leben darauf achten, dass dies nicht passiert

9.) Ist die Beweglichkeit des verletzten Knies schlechter als die des Gesunden?

nein    ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐    Ja, ich kann es kaum bewegen

10.) Können Sie auf ebenem Grund gehen?

kein Problem

☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

nicht möglich

11.) Können Sie auf unebenem Grund und auf schrägen Flächen gehen?

kein Problem

☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

nicht möglich

12.) Benutzen Sie Gehstützen oder einen Gehstock wegen des verletzten Beines?

niemals

☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

Ja, immer

13.) Bemerken Sie ein Knirschen im Kniegelenk bei Bewegung?

niemals

☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

Ja, immer

14.) Haben Sie bei Körperdrehungen oder schnellen Richtungswechseln Schwierigkeiten oder ein Unsicherheitsgefühl im verletzten Kniegelenk?

kein Problem

☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

derartige Bewegungen sind nicht möglich

15.) Haben Sie Probleme mit dem verletzten Kniegelenk beim Tragen schwerer Lasten?

kein Problem

☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

schweres Tragen  
nicht möglich

☐ nicht versucht

16.) Haben Sie Probleme beim Treppensteigen?

kein Problem

☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

Treppensteigen  
nicht möglich

☐ nicht versucht

17.) Haben Sie Probleme beim Treppabgehen?

kein Problem

☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

Treppabgehen  
nicht möglich

☐ nicht versucht

18.) Haben Sie Probleme beim Laufen (Rennen)?

kein Problem

☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

Laufen nicht  
möglich

☐ nicht versucht

19.) Haben Probleme beim Springen?

kein Problem

☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

Springen nicht  
möglich

☐ nicht versucht

20.) Haben Sie Probleme beim Knien auf dem verletzten Kniegelenk (Bodenkontakt)?

nie Probleme

☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

Knien nicht möglich

☐ nicht versucht

21.) Haben Sie Probleme beim Hocken?

keine Probleme

☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

Hocken nicht  
möglich

☐ nicht versucht

22.) Haben Sie Schmerzen oder ein Steifegefühl im verletzten Knie bei den ersten Schritten nach längerer Ruhe?

keine Probleme

☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

immer Problem

23.) Wie ist die Belastbarkeit des verletzten Kniegelenkes im Vergleich zum anderen Kniegelenk?

gleich gut ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ deutlich schlechter

24.) Wie ist die Belastbarkeit im Vergleich zum Zustand vor der Operation?

gleich gut ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ deutlich schlechter

25.) Haben Sie Gehunsicherheiten?

nie ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ immer

26.) Welchen Beruf haben Sie vor der Verletzung ausgeübt?

.....

27.) Können Sie Ihren vorherigen Beruf noch ausüben?

☐ vollständig:..... ☐ „Hamburger-Modell“ .....

☐ nein.....

28.) Wenn „nein“, welchen Beruf üben Sie jetzt aus?

.....

29.) Grund des Berufswechsels?

☐ Unfall ☐ Anderes

30.) Wie lange waren Sie nach der Operation nicht arbeitsfähig (krankgeschrieben)?

.....

31.) Erhalten Sie Rente?

☐ nein ☐ Ja

Wenn „ja“:

☐ Berufsgenossenschaft

☐ Versicherungsentschädigungszahlung

☐ Sonstiges

**Abkürzungsverzeichnis zu Anhang 1 - 3**

ant.	Anterior
bds.	Beidseits
BW	Bildwandler
Ext.	Extension
Flex.	Flexion
fem.-patel.	Femoro-Patellar
hint.	Hintere
kg	Kilogramm
KG	Körpergewicht
KG	Kniegelenk
lat.	Lateral
lat.GSP.	laterale Gelenkspalt
lat.GSP-Verschm.	Laterale Gelenkspalt Verschmellerung
li.	Links
med.	Medial
med. GSP	mediale Gelenkspalt
med.GSP-Verschm.	mediale Gelenkspalt Verschmellerung
OP	Operation
post.	Posterior
post-Op	Postoperativ
prä-Op	Präoperativ
re.	Rechts
UAGS	Unterarmgehistütze
US-Länge	Unterschenkellänge
Ü.med.GSP	Über mediale Gelenkspalt
vord.	Vordere
VU	Verkehrsunfall
Wo.pos.op	wochenpostoperativ